

EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN Y LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR MANUFACTURERO EN MÉXICO

José Luis Solleiro Rebolledo
(coordinador)



EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN
Y LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR
MANUFACTURERO EN MÉXICO

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Juan Ramón de la Fuente
Rector

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario General

Dr. René Drucker Colín
Coordinador de la Investigación Científica

Dra. Mari Carmen Serra Puche
Coordinadora de Humanidades

Centro de Ciencias Aplicadas al Desarrollo Tecnológico

Dr. José M. Saniger Blesa
Director

Dr. Gabriel Ascanio Gasca
Secretario Académico

Mtro. Luis Roberto Vega González
Coordinador de Vinculación

Instituto de Investigaciones Económicas

Dr. Jorge Basave Kunhardt
Director

Dra. Verónica Villarespe Reyes
Secretaria Académica

Lic. Ernesto Reyes Guzmán
Secretario Técnico

Lic. Ana I. Mariño Jaso
Jefa del Departamento de Ediciones

El Sistema nacional de innovación y la competitividad del sector manufacturero en México

José Luis Solleiro Rebolledo
(coordinador)



Primera edición: julio del año 2006

© 2006

Universidad Nacional Autónoma de México
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico
Instituto de Investigaciones Económicas

© 2006

Por características tipográficas y de edición
Universidad Nacional Autónoma de México
Plaza y Valdés, S.A., de C.V.

© Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

Plaza y Valdés, S.A. de C.V.
Manuel María Contreras, 73, colonia San Rafael
México, D.F., 06470. Teléfono: 5097 20 70
editorial@plazayvaldes.com

Calle de Las Eras, 30, letra B
28670, Villaviciosa de Odón
Madrid, España. Teléfono: 91 665 89 59
madrid@plazayvaldes.com

ISBN: 970-722-515-7

Impreso en México/ *Printed in Mexico*

Índice

Introducción	
<i>José Luis Solleiro</i>	9
1. Una aproximación a los debates sobre los sistemas de innovación	17
<i>Germán Sánchez Daza</i>	
2. Elementos básicos de los sistemas nacionales de innovación: evidencias del análisis histórico	45
<i>Javier Jasso Villazul</i>	
3. Políticas tecnológicas para las micro, pequeñas y medianas empresas en México. La acumulación de capacidades	67
<i>Ismael Núñez Ramírez</i>	
4. Los instrumentos de política industrial y la competitividad de las pequeñas y medianas empresas mexicanas del sector de alimentos	83
<i>Rosario Castañón Ibarra y José Luis Solleiro</i>	
5. Sistema de innovación en la agroindustria de los quesos en México	111
<i>María del Carmen del Valle Rivera</i>	
6. Innovaciones y cambios tecnológicos en los procesos de producción artesanal	145
<i>María Elena Lopes Pacheco</i>	

7. Innovación en la industria mexicana de recubrimientos cerámicos	159
<i>José Luis Solleiro y Gabriela Gómez Morales</i>	
8. La industria del envase de plástico en México	183
<i>Delia Margarita Vergara Reyes</i>	
9. Innovación y competitividad en la industria siderúrgica integrada. México 1992-2002	205
<i>Lourdes Álvarez Medina</i>	
10. Sistema sectorial de innovación: el caso de la industria metalmecánica proveedora de Pemex	229
<i>José Luis Solleiro y Katya Luna López</i>	
11. Competitividad y sistemas de innovación en México	249
<i>José Luis Solleiro e Ismael Núñez</i>	

Introducción

El objetivo de esta investigación fue evaluar el desempeño de los sistemas de innovación en diferentes ramas manufactureras en términos de su contribución a la competitividad de las empresas que las integran, así como identificar el potencial y posibles limitaciones existentes en México para poner en práctica un sistema nacional de innovación.

El concepto de *Sistema nacional de innovación* surge de la preocupación de diversas naciones por dar impulso a la competitividad de sus economías y a los sectores que las componen, así como de la conciencia de algunos países desarrollados sobre el aumento en los costos de producción, la escasez de recursos y la importancia creciente que tiene el desarrollo de habilidades técnicas superiores para mantener su supremacía competitiva. Esto dio lugar a la idea de “tecnonacionalismo” de Richard Nelson, que se basa en el convencimiento de que la capacidad tecnológica de las empresas nacionales es la fuente de sus ventajas competitivas y de que estas capacidades tienen un sentido nacional, por lo que pueden ser construidas a través de una acción en términos de país, mediante sistemas nacionales de innovación.

Este último concepto fue acuñado por Lundvall, con base en la idea de sistemas de producción nacional de Frederick List y el trabajo de Von Hippel sobre la colaboración técnica entre empresas. Lundvall pone énfasis en las interacciones entre productores y usuarios en el contexto de la economía nacional. Así, la observación de que los flujos tecnológicos y el desarrollo de tecnología entre empresas eran mucho más frecuentes dentro de los límites nacionales que fuera de ellos, explicaría la posible existencia de sistemas nacionales de innovación.

Para Lundvall, un sistema nacional de innovación se constituye de “todas las partes y aspectos de la estructura económica, así como del establecimiento institucional que afecta al aprendizaje, la adquisición y explotación de conocimientos. De esta manera, el aprendizaje tecnológico tendrá lugar por la interacción de un sistema productivo, un sistema de mercado y un sistema financiero”.

La contribución de Lundvall y sus colaboradores se relaciona principalmente con un modelo útil para la toma de decisiones en materia de integración y coordinación entre diferentes áreas de política que afectan el desempeño económico nacional, que solían ser vistas como separadas e independientes. Como modelo de análisis, el sistema nacional de innovación facilita, por un lado, la comprensión de la interacción entre empresas e instituciones generadoras de conocimiento, y por otro, la comprensión de los patrones de cambio tecnológico que se conforman en virtud de dicha interacción. Como tal, el concepto puede servir para diseñar las políticas tecnológica e industrial.

Por su parte, Christopher Freeman utiliza este concepto para definir la red de instituciones de los sectores público y privado, cuyas actividades e interacciones conciben, generan, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías. Esta red incluye no sólo aquellas instituciones directamente involucradas en las actividades de investigación y desarrollo (I+D), sino todos los medios a través de los cuales son administrados y organizados los recursos disponibles, tanto en el nivel empresarial como en el nacional. Nelson considera a las empresas privadas como el núcleo de este sistema y reconoce como crucial el papel de otras instituciones, como las universidades, laboratorios, corporaciones estatales y agencias gubernamentales para la coordinación y financiamiento, a fin de propiciar la creación y difusión de nuevas tecnologías.

Niosi y sus colaboradores, contrario a Nelson, consideran al Estado el elemento dominante, no sólo porque financia y muchas veces ejecuta una gran parte de la I+D nacional, sino también porque adopta y exporta arreglos tecnológicos, establece políticas, leyes de propiedad intelectual y otras medidas, además de ser el responsable de redes nacionales a través de sus políticas de educación superior y actividades de información. Considerando la complejidad del *Sistema nacional de innovación*, estos autores recomiendan que las interacciones entre los diferentes actores sean medidas a través de indicadores que permitan evaluar el grado de coherencia entre las unidades del sistema.

Para alcanzar su eficiencia, el sistema requiere la existencia simultánea de un patrón de interacción entre una serie de instituciones y la retroalimentación que reciban del ambiente en el que están insertas. Estos patrones de interacción deben ser de tal tipo que el producto de cada institución necesita ser reforzado por la operación de las otras instituciones relacionadas, de manera que se garantice la coherencia y sinergia indispensables para la existencia del sistema.

En el caso de México, ha resultado difícil desarrollar el ambiente necesario para esa coherencia y sinergia, por lo que es complicado hablar de un sistema mexicano de innovación. De hecho, a pesar de que desde hace casi 40 años se han desarrollado políticas explícitas de ciencia y tecnología e instituciones para instrumentarlas, persisten serios problemas para que la adopción de innovaciones por las empresas responda a esas políticas, lo cual, lejos de corresponder a un modelo sistémico, lleva a la desarticulación. En este esquema la aparición de ventajas competitivas basadas en tecnología se da generalmente a nivel de empresas individuales y los encadenamientos tecnológicos en el espacio nacional son excepcionales.

Ante este panorama, diversos autores han afirmado que la construcción de sistemas de innovación es más viable en regiones específicas, donde las empresas comparten condiciones del entorno que les son más próximas, o bien a nivel de sectores específicos de producción en los que la afinidad tecnológica debería actuar como motivo aglutinador de esfuerzos de los diferentes actores.

En esta obra se busca hacer una contribución al estudio de sistemas sectoriales de innovación, a partir del análisis del concepto de *sistemas de innovación* y el estudio de casos de ramas manufactureras específicas. El trabajo constituye un esfuerzo para participar en la discusión con especialistas y estudiosos de la generación de riqueza en la actividad productiva en México y por analizar las interrelaciones entre los diversos actores sociales de la innovación tales como las empresas, los centros generadores de conocimientos y el Estado. Asimismo, se aspira a que el análisis sirva a la labor de los diseñadores de la política de apoyo a la innovación tecnológica.

En el primer capítulo Germán Sánchez ofrece una revisión de los enfoques conceptuales relevantes en relación con el *Sistema nacional de innovación*. Este autor concluye que este concepto nos brinda una perspectiva muy amplia para los estudios sobre la innovación, pero advierte que es importante tener en cuenta

que se trata de una teoría en construcción; que es pertinente contribuir a ésta considerando no sólo los estudios específicos que se están llevando a cabo —que aportan nuevos elementos y conceptos—, sino que también es necesario incorporar críticamente otras perspectivas analíticas e incluir las problemáticas específicas de los países latinoamericanos. De acuerdo con el autor, la tarea implica ubicar a la innovación dentro de un complejo contexto socioeconómico y político propio de los países en desarrollo, incluido su patrón de inserción a la economía global.

En el segundo capítulo, Javier Jasso presenta una revisión histórica de modelos de sistemas nacionales de innovación (SNI), relacionándolos con las grandes olas de cambio tecnológico aparecidas en los últimos dos siglos. Este autor revisa los elementos clave del éxito de los sistemas de innovación de países líderes. A la luz de esta revisión, Jasso concluye que la colaboración entre los diversos actores (público, privado y otros) reflejada en los SNI analizados es determinante para la permanencia de las empresas nacionales en los mercados de bienes y servicios. Por ello, la cercanía y conocimiento de las necesidades del mercado que permanece desde hace dos siglos, aunque bajo nuevas reglas y nuevas formas, ha sido determinante para mejorar los productos, procesos y técnicas productivas y organizacionales. También destaca el papel de las políticas públicas para generar el contexto institucional que facilite la difusión de las innovaciones y la expresión de los incentivos de mercado. Queda claro que la capacidad innovadora de una nación no depende exclusivamente de las inversiones en investigación y desarrollo, sino que se requieren otros elementos como la capacidad gerencial en las empresas, la visión para abrir actividades en nuevos mercados, la construcción de redes de cooperación y la atención a las prioridades y especificidades de cada país.

En el tercer capítulo, Ismael Núñez destaca la importancia de las políticas públicas que promueven la innovación en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMEs). El autor indica que las políticas, programas e instrumentos de aliento a la innovación en este sector industrial existen en prácticamente todas las naciones, pero lo que en primer lugar diferencia su eficacia es la dotación de recursos y el horizonte temporal de aplicación. Posteriormente, al realizar un análisis de los instrumentos de apoyo a la innovación en México, concluye que no tienen correspondencia con las necesidades y expectativas de las MIPyMEs. Por

ello, Núñez afirma que en el diseño de instrumentos de apoyo a la innovación, debe prestarse atención a la capacidad tecnológica de partida de las empresas y acentuar los esfuerzos en los procesos de aprendizaje.

En los siguientes capítulos se presentan estudios referidos a los sistemas de innovación en ramas manufactureras específicas, seleccionadas tanto por su importancia en la generación de valor como por constituir ejemplos de interrelaciones y redes de colaboración entre los actores, o bien por la carencia de éstas y las limitaciones que acarrearán para el crecimiento. Así, en el cuarto capítulo, Rosario Castañón y José Luis Solleiro hacen una evaluación de la efectividad de los instrumentos de la política pública orientada al apoyo de las empresas pequeñas y medianas (PYMES) del sector alimentos. Esta evaluación se hace mediante la comparación de los índices de competitividad elaborados por los autores para una muestra de empresas que ha hecho uso de los apoyos de la política industrial y otra de empresas que no los han usado. El resultado muestra que, efectivamente, las empresas apoyadas tienen índices de competitividad mayores, aunque la diferencia solamente es significativa cuando se trata de empresas que han usado varios instrumentos de política. Esto indica que la competitividad de las PYMES de alimentos sí es impulsada por acciones deliberadas de apoyo por parte del Estado, pero también depende en gran medida de las capacidades de gestión de las propias empresas que las habilitan para negociar con diferentes instituciones y ser partes activas del tejido necesario para que el sistema de innovación se traduzca en flujos de recursos, información y fondos.

Siguiendo con la industria de alimentos, el quinto capítulo se refiere a la industria de los quesos. Carmen del Valle, partiendo del concepto de sistema sectorial de innovación, analiza el sistema tecnológico de una agroindustria tradicional en la que se da una combinación de insumos tecnológicos avanzados con conocimientos tradicionales. La autora revisa con detalle el entorno económico, caracterizado por los retos que impone el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, por los mecanismos de control que tienen grandes empresas sobre el suministro de la materia prima fundamental (la leche), así como por las políticas públicas relevantes. En este contexto estudia un caso específico, el del queso Cotija, para el cual se ha estado buscando la certificación de calidad y una denominación de origen que le genere mayor valor en el mercado. En este proyecto se ha dado la colaboración de un centro público de investigación con

productores que está funcionando, aunque con dificultades financieras, pues no es fácil que los apoyos fluyan oportunamente para este tipo de acciones innovadoras. La autora concluye que es importante tejer la realidad de los productores con la de las instituciones y considerar que cada actor tenga la oportunidad de iniciar el tejido de la red de innovación, la cual es indispensable para que los productores que no tienen una posición tecnológicamente dominante puedan sustentar su estrategia de diferenciación de productos.

Otro caso de producción artesanal basada en microempresas fue analizado por María Elena Lopes. Se trata de las necesidades de innovación de alfareros del estado de Oaxaca. Con base en trabajo de campo realizado en Atzompa, Oaxaca, la autora presenta los requerimientos tecnológicos de los artesanos, los cuales tienen que ver con la sustitución de materias primas, de forma tal que estén en condiciones de cumplir con normas ambientales, sanitarias y de calidad; con la mejora en el diseño de sus hornos y herramientas; y con los cambios en el diseño de los productos para que, por la vía de mayor valor agregado, se puedan vender a precios mayores y se traduzcan en aumento de sus ingresos. En este documento vuelve a aparecer la figura de la colaboración de los productores con centros de investigación y, como en el caso anterior, se observa la limitación en cuanto a los fondos disponibles para que se realicen los proyectos de desarrollo tecnológico. Como Ismael Núñez lo señala en el tercer capítulo, no se trata de la simple existencia de instituciones y programas de apoyo; la cantidad también importa y es claro que la falta de recursos es un fuerte inhibidor de las relaciones necesarias para formar un sistema de innovación.

En el capítulo séptimo, José Luis Solleiro y Gabriela Gómez presentan un estudio sobre la formación de conglomerados o *clusters* en la industria de recubrimientos cerámicos. Esta es una industria en la que los líderes internacionales han descubierto el enorme valor de tejer redes de colaboración en las que la gobernabilidad es un factor clave. Se utiliza el término *gobernabilidad* para denotar la coordinación de actividades económicas a través de relaciones no comerciales. Los casos de las industrias de Italia y España son emblemáticos respecto al alto nivel de coordinación que se ha alcanzado entre gobierno, empresas, representaciones gremiales, universidades y centros tecnológicos. En contraste, en el caso de México, aun cuando se cuenta con empresas grandes con fuerte presencia en el mercado y cierta actividad exportadora, y a pesar de

INTRODUCCIÓN

que existe un conjunto de instituciones de apoyo a la industria de recubrimientos cerámicos, no hay articulaciones interinstitucionales sólidas que pudieran conducir a un sistema de innovación. De esta forma, el desempeño tecnológico queda sujeto a los esfuerzos de empresas individuales, dejándose de lado la oportunidad de generar un fenómeno de eficiencia colectiva que eleve el nivel competitivo de toda la industria.

En el capítulo octavo, Delia Vergara presenta el análisis de la industria del envase de plástico en México. La industria de los plásticos es muy innovadora, pues contribuye de manera importante a la generación de nuevos materiales que dan origen a novedosos productos que permiten elevar la competitividad de sus empresas. El caso de la industria de envases sigue esta misma línea y, por ello, continuamente está adoptando nuevos materiales, mejorando diseños y agregando funciones a su producto, el cual es insumo indispensable para múltiples sectores económicos. La autora analiza la innovación tecnológica de esta industria en México y concluye que su desarrollo tecnológico es muy limitado, lo cual se refleja en bajos índices de productividad, acentuados por la insuficiente capacitación de personal. La tecnología que se utiliza en general es importada y no se hacen esfuerzos sistemáticos para superar la dependencia tecnológica en materias primas, equipos y diseños. De hecho, los únicos programas institucionales se refieren a capacitación, lo cual limita el desempeño innovador de la industria.

El capítulo noveno se refiere a la industria siderúrgica. Lourdes Álvarez evalúa si esta industria ha logrado fortalecer su competitividad mediante la implementación de estrategias vinculadas a la innovación tecnológica que le hayan permitido aumentar el valor agregado en la mezcla nacional de productos y ganar participación en los mercados internacionales. Aplicando un indicador del nivel de innovación de las empresas basado en resultados y registrando el esfuerzo y la capacidad de las empresas principales del país, elabora un índice de innovación. Los resultados no son alentadores, con la excepción del caso de una de las empresas analizadas, lo cual refleja que tampoco esta industria ha logrado consolidar un régimen de innovación basado en la colaboración interinstitucional.

En el capítulo décimo, José Luis Solleiro y Katya Luna evalúan el desempeño innovador de empresas dedicadas a la fabricación de reactores, tanques y

calderas, equipos demandados por la industria de proceso, con la notable presencia de Pemex. Las empresas de esta industria desarrollan relaciones de colaboración con sus proveedores de tecnología y otras empresas con las que intercambian subcontratos, pero no interactúan con otros actores del sistema de innovación, salvo para cuestiones de capacitación. Para el caso de las PyMEs de esta rama, vuelve a destacar como limitante para la innovación la falta de acceso a recursos financieros. Aun cuando la actual administración ha desarrollado nuevos esquemas de apoyo, sobre todo mediante fondos sectoriales y mixtos, las empresas mantienen la percepción de que dichos apoyos son caros e inaccesibles, lo que se traduce en falta de relación con las instituciones.

Finalmente, en el capítulo 11 José Luis Solleiro e Ismael Núñez analizan la relación entre los sistemas de innovación y de competitividad en México y reflexionan sobre la definición de una estrategia competitiva centrada en el conocimiento y apoyada en políticas públicas que faciliten la ampliación de conocimientos y su transformación en riqueza para todos los ciudadanos.

En síntesis, los casos analizados son reveladores de una situación grave: no hay relaciones suficientes entre los actores como para hablar de un sistema de innovación. En los diferentes capítulos se ofrecen recomendaciones que pueden servir de base para dar algunos pasos encaminados a mejorar las condiciones y el ambiente institucional para que dichas relaciones se intensifiquen.

Para terminar esta presentación, sólo resta agradecer al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM por su apoyo para la realización del Proyecto IN3116601, “El sistema nacional de innovación y la competitividad del sector manufacturero en México”, en cuyo marco se concluyeron la mayor parte de los estudios aquí presentados; y expresar nuestra gratitud a los colegas invitados a colaborar en esta obra.

José Luis Solleiro

1

Una aproximación a los debates sobre los sistemas de innovación

*Germán Sánchez Daza**

Es indudable que desde que se introdujo al análisis económico el concepto de *Sistema nacional de innovación* (en adelante SNI) existe una diversidad de trabajos que han venido a enriquecerlo, bien mediante el estudio de sus elementos en experiencias específicas, bien a través de la reflexión teórica, a fin de ubicar adecuadamente su dimensión. Asimismo, se han desarrollado los aspectos sectorial y regional de los sistemas de innovación, para tratar de dar cuenta de los procesos y elementos que inciden de manera concreta en ésta.

El presente trabajo pretende hacer una breve revisión de los planteamientos más recientes en torno a la conceptualización del SNI, acentuando diversos tópicos que, desde nuestro punto de vista, tienen interés central para su comprensión desde el ámbito de nuestros países latinoamericanos. Se parte de la propuesta de que el concepto de SNI está en construcción y que si bien nos brinda una herramienta analítica muy útil para analizar los procesos de innovación y cambio técnico, consideramos que es necesario incorporar una perspectiva propia, latinoamericana, en función de los problemas específicos que tienen sus economías, con capacidades innovadoras bastante diferenciadas de los países capitalistas avanzados, además de recuperar críticamente los planteamientos realizados

* Investigador del equipo de estudios industriales de la Facultad de Economía de la UAP, sdaza@siu.buap.mx

por lo que podríamos denominar la escuela latinoamericana de estudios sobre ciencia y tecnología.¹

El trabajo está dividido en tres grandes apartados; en el primero se hace una revisión del origen, una conceptualización y valoraciones del *Sistema nacional de innovación*, basándonos en especial en la literatura proveniente de los autores evolucionistas y en la generada por la propuesta regulacionista. A continuación se busca hacer una síntesis de dos aspectos íntimamente vinculados: las dimensiones regional y sectorial, y en la tercera parte, a manera de conclusión, se hace una breve recapitulación en torno al concepto y sus usos en nuestra región latinoamericana.

Sistema Nacional de Innovación: un concepto en construcción

Origen y desarrollo del concepto

Recordemos que el concepto de *sistema de innovación* fue introducido por Lundvall en 1985, aún sin el adjetivo “nacional”, y posteriormente es retomado por Freeman en su libro sobre Japón en 1987.² Sin embargo, más que detenernos en discutir sobre su autoría nos parece importante destacar los dos elementos centrales que dan origen al concepto que nos ocupa; en primer lugar, el que se refiere al ámbito de los estudios económicos sobre el cambio técnico y la innovación y, segundo, el que tiene que ver con las necesidades políticas de los agentes gubernamentales.

Efectivamente, el concepto *Sistema nacional de innovación* es un desarrollo de diversos autores que se agrupan en la corriente evolucionista y que, en debate permanente con las explicaciones de la teoría neoclásica, habían llegado a la conclusión de que era necesario superar las fuertes restricciones sobre el funcionamiento de los mercados, las conductas de los agentes y su desempeño. De manera concreta, no trataban sólo de reconocer la importancia del cambio técnico,

¹ Al respecto véase Martínez, 2002.

² Asimismo no hay que olvidar que fue posterior a éstos que se buscó una “matriz teórica” del concepto, misma que se encontró en F. List.

sino de proporcionar una explicación del mismo, cuestión que sólo podrían hacer a partir de reconocer la existencia de determinantes más allá de lo estrictamente económico. En este sentido nos recuerda Nelson que el análisis económico antes de los neoclásicos era fundamentalmente evolutivo e institucionalista; sin embargo, “en tanto que la teoría económica neoclásica devino en dominante en la economía y estrechó su alcance intelectual, las ramas evolucionistas e institucionalistas devinieron en contraculturas” (2002:266, tr. propia).

Es en esta perspectiva que el concepto de SNI pretende dar cuenta del fenómeno de la innovación como un proceso que sólo puede darse en un contexto más amplio que las estrechas relaciones de mercado.

En cuanto al segundo elemento, durante la década de los ochenta, va quedando cada vez más claro para las entidades gubernamentales que es necesario elaborar políticas que incidan en la competitividad de los países, confrontando la extrema especialización de las instituciones y de las mismas políticas. En este sentido se puede destacar que entre las causas que dan origen al concepto están las preocupaciones para dar una explicación, tanto de los comportamientos de las distintas economías como de los problemas específicos de los países de origen de los autores; al respecto es interesante la reflexión para el caso de la denominada versión Aalborg:

Esta combinación refleja que el concepto fue desarrollado para obtener una mejor comprensión del crecimiento económico y la especialización comercial en una economía pequeña, abierta, caracterizada por un ingreso per cápita alto, pero con una débil representación de las firmas basadas en la ciencia. También refleja un énfasis sobre la historia económica y tecnológica de los países con un cambio gradual en la división intra e internacional del trabajo, productivo e innovativo (Lundvall *et al.*, 2002: 217, tr. propia).

Ahora bien, al revisar la literatura especializada se puede constatar la diversidad de definiciones; al respecto podemos citar tres ejemplos:

1. *C. Freeman (1987)*: red de instituciones de los sectores públicos y privados cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden las nuevas tecnologías.

2. *P. Patel y K. Pavitt (1994)*: las instituciones nacionales, su estructura de incentivos y sus competencias, que determinan la tasa y dirección de aprendizaje tecnológico (o el volumen y composición de las actividades generadoras de cambio) en un país; hay que clarificar cuáles son las instituciones, incentivos y competencias que son importantes para el SNI.
3. *R. Nelson y N. Rosenberg (1993)*: *a)* se trata de ubicar e incluir los factores que influyen las capacidades tecnológicas nacionales; *b)* al hablar de sistema se subraya que es un conjunto de actores institucionales que colectivamente juegan un rol principal en el desempeño innovativo; *c)* el aspecto “nacional” debe tomarse con cuidado, pues a nivel de rama pueden existir elementos que influyen en unas y en otras no, y por otro lado, existen instituciones y organizaciones que responden a una lógica externa y que pueden influir en el sistema nacional, por ejemplo, las empresas multinacionales.

Es, pues, indudable que el concepto de SNI ha sido utilizado de manera más o menos común entre los autores evolucionistas, pero con diferencias entre ellos.³ Al respecto, G. Dosi (1999:39) nos señala que en las diversas propuestas se ha destacado uno u otro elemento en función del análisis de los sistemas nacionales; por ejemplo:

1. La focalización sobre las especificidades de las instituciones nacionales y las políticas de apoyo directo o indirecto a la innovación, difusión y acumulación de la calificación (R. Nelson).
2. Las relaciones usuario-proveedor y el desarrollo asociado a las bases del conocimiento colectivo y común, proporcionando reglas de conducta y expectativas (B. A. Lundvall).
3. Los vínculos entre patrones nacionales de acumulación tecnológica y las competencias y estrategias innovativas de las principales compañías nacionales (P. Patel y K. Pavitt).
4. Las especificidades de las instituciones nacionales incluyendo formas de organización de los mercados de trabajo y financiero, instituciones

³ Para un análisis más detallado y didáctico del concepto se puede consultar Vence (1995), Jasso (1998) y Navarro (2001).

de capacitación, formas de intervención del Estado, etc. (B. Amable, R. Barré y R. Boyer).

Sin embargo, Dosi reconoce que las visiones anteriores tienen algunas hipótesis comunes, básicas, destacando tres de ellas: primera, que el conocimiento es mucho más apegado y dependiente del contexto que la información; segunda, que los mecanismos de autorreforzamiento de la reproducción del conocimiento están vinculados ampliamente a la especificidad local, y tercera, con la globalización de los mercados y actividades de producción la acumulación de conocimiento pudiera incrementar la diversidad entre las naciones y regiones si sus externalidades relacionadas con lo local superaran la difusión del conocimiento conducido por las firmas globales.

Por lo demás, y de manera un poco más esquemática, otros autores hablan de dos visiones sobre los SNI:

La propuesta estrecha se concentra sobre aquellas instituciones que deliberadamente promueven la adquisición y diseminación de conocimiento y son las principales fuentes de innovación. La propuesta amplia reconoce que esas instituciones estrechas están incorporadas en un sistema socioeconómico mucho más amplio en el que las influencias políticas y culturales, así como las políticas económicas, ayudan a determinar la escala, dirección y éxito relativo de las actividades innovativas (Freeman, 2002:194; tr. propia).⁴

Pese a estas diferencias, el concepto *Sistema nacional de innovación* ha sido ampliamente difundido, tanto en el ambiente académico como en las esferas de las instituciones gubernamentales nacionales e internacionales. En este último caso podemos poner los ejemplos de la OCDE —que ha sido uno de los organismos que más utiliza esta perspectiva—, del Programa para el Desarrollo Industrial de la ONU, el BID, así como las dependencias gubernamentales de diversos países de Europa y América Latina. La utilización de este concepto es desigual

⁴ Así, por ejemplo, Lundvall *et al.* señalan que la diferencia entre la versión Aalborg y la visión prevaleciente en Estados Unidos es que ésta es más estrecha, enfocada sobre las instituciones como organizaciones involucradas en la promoción de la ciencia y la tecnología. Esto puede apreciarse en Popper y Wagner, 2002.

y muestra también que aún quedan varios aspectos por desarrollar. Veamos la valoración que se hace al interior de la corriente evolucionista.

*Sistema nacional de innovación: valoraciones desde el interior
del pensamiento evolutivo*

En el escrito citado de 1999, Dosi planteaba que es necesario profundizar en la comprensión de la manera en que coevolucionan las organizaciones empresariales y las tecnologías, la forma en que las organizaciones aprenden a hacer las cosas y mejoran o modifican sus capacidades. Puntualiza cuatro líneas de trabajo:

1. En el nivel de las firmas, se necesita estudiar la manera específica de cómo se hace y los resultados de la coordinación del conocimiento distribuido para el funcionamiento colectivo en la tarea de resolución de problemas.
2. El análisis profundo de la influencia que ejerce el involucramiento social (la forma en que las conductas corporativas son enmarcadas por los factores específicos socialmente, tales como la naturaleza de los mercados de trabajo, instituciones de capacitación, etc.) de las rutinas y estrategias corporativas sobre las direcciones y tasas de acumulación del conocimiento de resolución de problemas.
3. Si el conocimiento es un determinante fundamental, es importante alcanzar una mejor comprensión de la manera en que la repetición y transferibilidad de las capacidades organizacionales están restringidas por la naturaleza tácita e idiosincrástica subyacente en el conocimiento de la resolución de problemas y, por la dificultad de la separación de las tareas interrelacionadas, partes del conocimiento.
4. Estudiar las formas específicas de las rutas y organización corporativa, que involucran igualmente modos específicos de administración de los intereses potencialmente conflictivos.

Además considera que es necesario avanzar en el estudio de los procesos por los cuales los sistemas de innovación emergen hacia la identificación de posi-

bles regularidades en los distintos países, así como en la relación entre sistemas nacionales y sistemas sectoriales.

Por su parte, Lundvall *et al.* (2002) plantean cuatro retos fundamentales para el desarrollo del concepto. En primer lugar, ubican que uno central es su profundización, pues consideran que se trata de un concepto que refleja más una necesidad práctica que una abstracción teórica y, por ello, es importante generar un marco teórico explícito. Desde su perspectiva, una manera de hacerlo es a través de avanzar en la distinción entre bienes públicos y privados, lo cual abarca también la dimensión institucional y las variadas relaciones que se establecen entre los agentes para definir tal distinción; otra forma es verlo como el resultado de un juego shumpeteriano donde los diversos agentes persiguen diferentes estrategias en términos de innovación, imitación, adaptación, etc., lo cual implica pensar que los sistemas de innovación pueden ser mejorados o corregidos a partir de la actuación del Estado.

Otro desafío es ubicar los sistemas de innovación en una economía del aprendizaje, de tal forma que es necesario dedicar mayor énfasis a los subsistemas relacionados con el desarrollo de recursos humanos, así como valorar la importancia de los servicios que se especializan en la producción, reunión y comercialización de conocimientos. En esta misma perspectiva es necesario evaluar el papel que juega el sistema financiero (como forma dominante del capital) y sus efectos sobre la coherencia social y la ecología.

Un tercer reto se refiere a la relación establecida con el desarrollo económico, dado que es importante reconocer que ahora se está utilizando como marco de interpretación en países con niveles de desarrollo muy distintos y ante esto, desde su punto de vista, hay varias debilidades, pues la conceptualización se ha dado fundamentalmente en países de alto ingreso, utilizado *ex post* más que *ex ante*, en tanto que en los países en desarrollo se trata de sistemas en construcción y en promoción más que existentes.

De manera particular, Lundvall *et al.* (*ibid.*) señalan que entre los temas no tratados están los relacionados con los aspectos de poder, lo cual puede subestimar los conflictos que se derivan de la distribución del ingreso. En este sentido, plantean que es necesario utilizar una concepción amplia del SNI a fin de valorar adecuadamente aspectos como los conocimientos tradicionales y locales, los niveles de confianza y la capacidad institucional. Asimismo, y al igual

que Dosi, consideran que es necesario avanzar en el estudio de la relación entre la globalización y los sistemas nacional y local.

Finalmente, un cuarto desafío es la necesidad de tener una visión más amplia de las políticas que incluya los aspectos sociales, dado que la producción y uso eficiente del capital intelectual es fundamentalmente dependiente del capital social.

SNI: valoraciones desde otras perspectivas

Nelson y Nelson (2002:265) plantean que la propuesta de sistema de innovación es una concepción institucional por excelencia; sin embargo, reconocen que la teoría evolucionista no ha formalizado la incorporación de las instituciones en el análisis económico, aun cuando en términos reales sí lo ha hecho.

Efectivamente, después de hacer una breve revisión de los autores clásicos del institucionalismo y las aportaciones de los evolucionistas, concluyen que mientras que éstos se han centrado sobre el cambio técnico, los primeros lo han hecho sobre las instituciones, teniendo como común denominador que ambas rechazan el comportamiento maximizador y predecible de los agentes. Sin embargo, si bien los evolucionistas identifican que el desempeño es explicado por la competencia tecnológica y consideran que la tecnología es modelada por las instituciones, no han logrado profundizar en su análisis; cuestión contraria sucede con la corriente institucionalista. Por lo anterior, proponen que es necesario realizar un mayor acercamiento mutuo a fin de lograr una explicación más integrada; en particular sugieren que entre los conceptos unificadores está el de “rutina”; asimismo señalan que hay una cercanía en lo que se ha comprendido como tecnología social y la aceptación de instituciones.

En esta perspectiva de identificación y acercamiento entre las diversas teorías, Coriat y Weinstein (2002) proponen desarrollar una visión conjunta de las perspectivas institucional y organizacional (de manera concreta se refieren a la evolutiva y regulacionista, respectivamente) sobre el proceso de innovación al nivel de firma. Desde su perspectiva, la propuesta del SNI es una gran aportación dado que reconoce la existencia de trayectorias de innovación nacional (o social), mismas que son determinadas por el contexto social en el cual los agentes

diversos operan; sin embargo, también plantean que hay una limitación para reconocer la gran variedad de modelos de firma, incluso señalan que algunos autores siguen tratando a las empresas como una caja negra, considerándolas como un elemento dado y pasivo en relación con sus determinantes macrosociales.

Dichos autores proponen que es pertinente incorporar la propuesta que acentúa la selección organizacional de las firmas y toma en cuenta las diferencias en sus resultados por adoptar modelos organizacionales que son esencialmente distintos entre un tipo de firma y otro; consideran que tal selección conlleva a la determinación de la competitividad de las empresas.

La teoría organizacional considera el proceso de innovación a través de dos dimensiones principales: 1) los modos de distribución y circulación de la información y el conocimiento en la firma y 2) los complejos vínculos entre las actividades de investigación y el proceso de innovación. Esto permite distinguir modelos diferentes de innovación, caracterizados por patrones organizacionales diferentes.

Ahora bien, estos *patrones organizacionales* varían de acuerdo con la manera en que se da la coordinación de las actividades y las condiciones de difusión de la información tanto en los modos de concepción de la innovación privilegiados –tipo e intensidad de vínculos entre unidades funcionales adyacentes intrafirma y los más amplios, relacionando el mercado con los consumidores– como en los tipos de innovación realizados (incremental o radical); además en dichos patrones inciden la importancia que se da a la investigación, es decir, los modos favorecidos de aprendizaje y creación de conocimiento.

Subrayan que no debe olvidarse que las estructuras de las firmas no pueden ser disociadas del marco institucional en que se desarrollan; en particular no se deben olvidar las características de las relaciones industriales, basadas tanto en un marco social y legal, así como en las formas de administración corporativa, en las características de los derechos de propiedad intelectual y en las reglas de gobierno del sistema científico, entre otras. De esta manera, consideran que

Estas propuestas nos conducen a ver el proceso de innovación en la firma a través de dos dimensiones centrales: i) las condiciones de la coordinación cognitiva –cómo se construye la capacidad colectiva para producir e innovar– y ii) las condiciones de la coordinación política –cómo realizar la compatibilidad de intereses y la administración

de conflictos, a través de combinaciones particulares de incentivos y autoridad– (Coriat y Weinstein, 2002:275-6; tr. propia).

De esta conclusión se plantean dos problemas centrales que la teoría de la innovación debe responder: ¿cómo puede comprenderse tanto la diversidad de patrones organizacionales como la existencia de modos dominantes de organización? ¿Cómo pueden evolucionar los patrones organizacionales para dar nacimiento a nuevos principios y sistemas organizacionales? Al respecto los autores sugieren que los patrones organizacionales están vinculados a los cambios técnicos específicos de las empresas y en los sectores, y son implementados por ciertas firmas concretas, rechazando la idea de que existan “firmas representativas”.

Entonces, en esta perspectiva las empresas son el corazón de las economías capitalistas, lo cual implica que sus estructuras y estrategias son el eje de los regímenes de innovación, siendo ellas las que desempeñan el rol central de la innovación, por lo que tienen la capacidad de crear, a través de su selección, capacidades organizacionales que son fuente de ventaja competitiva.

Por otro lado, al hacer una revisión de la propuesta neoinstitucionalista, Coriat y Weinstein destacan que hay una confusión sobre el uso del concepto *institución* que debe ser clarificada, al menos en tres puntos específicos:

1. La noción de institución es usada en dos formas diferentes: la referida a cuerpos que están involucrados en la producción, difusión y administración del conocimiento científico y técnico; se refiere principalmente a organizaciones específicas usualmente públicas, y otras diferentes de las firmas. El otro concepto es el que ha sido desarrollado por las teorías neoinstitucionalistas.
2. Definir el alcance de los componentes institucionales; dada la complejidad se habla de subsistemas.
3. Tener claridad en torno a dos aspectos esenciales para comprender sus propiedades: la coherencia y la jerarquía entre instituciones, o subsistemas institucionales.

De esta manera, consideran a las instituciones como “reglas de juego” (D. North), las cuales coordinan y operan los agentes, de tal forma que pueden

ser instituciones que incluyen una dimensión de fuerza explícita, impuesta sobre todos los agentes, o son reglas que los agentes individuales se dan ellos mismos. En este sentido y desde su punto de vista, dos dimensiones juegan un rol central para la comprensión del sistema de innovación: los derechos de propiedad (en particular la relación entre accionistas y administradores) y los acuerdos capital-trabajo (contratos laborales o relación salarial). Estos acuerdos institucionales determinan la forma en que la información, conocimiento e intereses son coordinados en la empresa, cuando confronta la generación de innovaciones.

En este sentido, es importante identificar en ellos las restricciones y los márgenes de autonomía para las firmas, pues las capacidades de aprendizaje organizacionales e individuales serán de naturaleza diferente y desarrollarán trayectorias distintas, dependiendo principalmente del grado de autonomía otorgada a los administradores.

Finalmente, nos parece pertinente concluir este apartado dejando planteadas dos preguntas que se hacen Coriat y Weinstein: ¿hay posibilidad de mejorar los aparatos institucionales sin penalizar ciertas actividades y sin castigar aquellas que son fuente de ventajas comparativas institucionales? ¿Pueden las ventajas compensar las desventajas resultantes de un SNI? (Coriat y Weinstein, 2002: 290, tr. propia).⁵

Dos dimensiones de los sistemas de innovación: sectorial y regional

Como hemos señalado líneas arriba, diversos autores reconocen que el concepto SNI debe ser profundizado a partir de incorporar las dimensiones sectoriales y regionales, de tal forma que, paralelamente, se han desarrollado los conceptos *sistema de innovación sectorial* y *sistema de innovación regional*. Veamos sus principales elementos y debates.

⁵ Es necesario mencionar que en la perspectiva regulacionista se ha desarrollado el concepto de *sistemas sociales de innovación y producción*, que es alternativo al de SNI (Amable y Petit, 2001).

Los sistemas de innovación sectorial

El estudio de los diversos sectores productivos de la economía tiene ya una larga historia, siendo la teoría de la organización industrial una de las propuestas más acabadas; sin embargo, la corriente evolucionista ha incursionado también en ese ámbito a partir de plantear la discusión en torno a la manera en que el cambio técnico y la innovación se llevan a cabo en cada sector. La búsqueda ha pretendido identificar aquellos elementos del cambio técnico y la innovación que son propios, específicos a los sectores de producción.⁶

En esta perspectiva el célebre artículo de K. Pavitt (1984) es pionero en la temática. Efectivamente, a través de un análisis de los datos relativos a la innovación en diversos sectores en el Reino Unido y comparando con estudios similares relativos a Estados Unidos, demuestra la existencia de un patrón sectorial de cambio técnico a partir de identificar el tipo de innovación, las fuentes institucionales del conocimiento, el uso de las innovaciones y el tamaño de las empresas, todo ello correlacionado con la dimensión sectorial. Los resultados son bastante conocidos: la agrupación de las firmas y sectores en tres grandes categorías: dominados por el proveedor, intensivos en producción (que a su vez está compuesto por los subsectores intensivos con economías de escala y proveedores especializados), y el basado en ciencia.

A partir de esta propuesta se han desarrollado una gran cantidad de investigaciones sobre la manera en que se realiza la innovación en los sectores, además de que ha servido para llevar a cabo nuevas líneas de elaboración de políticas y acciones de los agentes. Asimismo se han efectuado diversos estudios y observaciones críticas a la taxonomía de Pavitt (por ejemplo Dosi y Orsenigo, 1988, y Vence, 1995). No intentaremos hacer una síntesis de estos trabajos, pues nos distraería de nuestro objetivo; lo que nos interesa destacar de ella son dos aspectos: 1) hay diferencias y similitudes entre los sectores en términos de la innovación y el cambio técnico; 2) se obtiene un patrón sectorial que incluye un marco más general que el contemplado en los estudios sectoriales tradicionales,

⁶ Una línea de investigación distinta de la teoría evolucionista y que tiene bastante importancia es el análisis sectorial realizado por M. Porter.

actores e instituciones con sus vínculos, mismos que no son exclusivos del mercado.

En esta perspectiva destacan los trabajos realizados por Malerba y su equipo de investigación, quienes llevaron a cabo la investigación sobre los sistemas sectoriales en Europa (Malerba, 2002a). Ellos desarrollan el concepto de *sistemas sectoriales de innovación y producción* que definen como “...compuesto por el conjunto de agentes heterogéneos que llevan a cabo relaciones comerciales y no comerciales para la generación, adopción y uso de tecnologías (nuevas y probadas) y para la creación, producción y uso de productos (nuevos y probados) que pertenecen a un sector (producto sectorial)” (Malerba, 1998:6; tr. propia).⁷

Identifican como elementos básicos del sistema sectorial: productos; agentes (empresas y organizaciones no empresariales, por ejemplo universidades públicas, autoridades locales), procesos de aprendizaje y conocimiento; tecnologías básicas, insumos, demanda y los vínculos relacionados y complementarios; mecanismos de interacción tanto internos como externos a la empresa; procesos de competencia y selección, e instituciones. Agrupan este conjunto de elementos en cinco componentes fundamentales que diferenciarían a cada sector:

1. *Conocimiento y procesos de aprendizaje*: dado que se da un comportamiento diferenciado de los sectores en términos de la base de conocimiento y los procesos de aprendizaje relacionados con la innovación, proponen las siguientes dimensiones: *i)* campos específicos de ciencia y tecnología al nivel de base de actividades innovativas; *ii)* aplicaciones, usuarios y demanda de los productos del sector, y *iii)* otras dimensiones que son relevantes para la innovación.

En este aspecto destacan los conceptos de *accesibilidad* y *acumulatividad del conocimiento*, que afectan las firmas y la competencia en los sectores, es decir, lo que Malerba denomina *régimen tecnológico*, que “... está compuesto

⁷ “A sectorial system of innovation and production is composed by the set of heterogeneous agents carrying out market and non-market interactions for the generation, adoption and use of (new and established) technologies and for the creation, production and use of (new and established) products that pertain to a sector (‘sectorial products’)” (Malerba, 1998:6); “...is a set of new and established products for specific uses and the set of agents carrying out market and non-market interactions for the creation, production and sale of those products” (Malerba, 2002b:250).

por las condiciones de apropiabilidad y oportunidad, los grados de acumulatividad del conocimiento tecnológico y las características de la base de conocimiento relevante. Más específicamente, las oportunidades tecnológicas reflejan la probabilidad de innovación para cualquier monto dado de inversión en la investigación” (Malerba, 2002b: 252; tr. propia). De esta manera, propone que puede haber regímenes tecnológicos con altos niveles de oportunidad que se caracterizarían por una gran turbulencia en la entrada y salida tecnológica e inestabilidad en la jerarquía de las firmas la situación contraria ocasionaría una alta estabilidad de las firmas dominantes en el sector. Propone por tanto dos tipos de *patrones innovativos*, los cuales denomina Shumpeter “Mark I” y “Mark II”, el primero caracterizado por una destrucción creativa con facilidad de entrada; el segundo acentúa la acumulación creativa, con la prevalencia de las grandes firmas establecidas y la presencia de barreras a la entrada.

2. *Tecnologías básicas, insumos y demanda con vínculos fundamentales y complementariedades dinámicas.* Al respecto señala que estos componentes constituyen las restricciones principales sobre el total de la diversidad en la conducta y organización de la actividad de las firmas en un sistema sectorial.
3. *Tipos y estructura de interacciones entre firmas heterogéneas y organizaciones no empresariales.* En este ámbito subraya la heterogeneidad de las firmas —que son consideradas como los actores centrales del sector y que tienen creencias, expectativas, competencias y organización específicas, y son las encargadas de los procesos de aprendizaje y acumulación de conocimiento— y su relación con las organizaciones no empresariales (universidades, instituciones financieras, agencias gubernamentales, autoridades locales), relaciones de diverso tipo, intensidad y contenido, que las hacen diferentes en cada sector, pues atienden a la especificidad de la base del conocimiento, los procesos de aprendizaje relevantes, las tecnologías básicas y las características de la demanda.
4. *Instituciones.* En este ámbito se incluyen diversos elementos como las rutinas, los estándares técnicos, las prácticas establecidas, los hábitos comunes, las leyes y reglamentaciones, que por sí mismos nos hablan de una especificidad sectorial.

5. *Procesos de generación de variedad y de selección.* Se refieren a los procesos de creación de nuevas empresas y de conductas diferenciadas al interior de un sector, vinculadas con los procesos de competencia y con la actuación de los agentes, definiendo el desarrollo o eliminación de empresas e instituciones en dicho sector.

De esta manera, estos componentes, su interacción y coevolución delinear un sistema sectorial, mismo que puede ir modificándose por cambios bien en los regímenes de aprendizaje o en los patrones de innovación. Estos se pueden identificar a partir de: primero, saber cómo los nuevos agentes llegan a constituirse y cuáles son las principales diferencias en la tasa, tipo y determinantes de entrada; segundo, conocer si las nuevas competencias, formas organizacionales y estrategias son radicalmente distintas de las viejas o surgen de éstas; tercero, evaluar si las relaciones entre los agentes y las redes presentan una gran estabilidad o ellas cambian en el tiempo y en qué dirección; cuarto, determinar cómo los nuevos sistemas sectoriales emergen y cuál es el tipo de vínculo con el sistema anterior.

Desde la perspectiva del equipo de Malerba (2002a:64) se señala que la propuesta de sistema sectorial es útil para los análisis descriptivos de los sectores, para comprender su funcionamiento, dinámica y patrones de cambio, para la identificación de los factores que afectan el desempeño y competitividad de las firmas y países, y para el desarrollo de nuevas políticas públicas.

Finalmente, nos parece relevante la manera en que Malerba (2002b) ubica las diferencias entre la propuesta de innovación sectorial y las hechas por la economía industrial y la de sistemas de innovación. En relación con la primera, afirma que la suya presta mayor atención a la base de conocimiento y los procesos de aprendizaje de los agentes; además se enfoca sobre la heterogeneidad de los agentes en términos de aprendizaje, competencias, organización y conducta; da mayor atención a las organizaciones no empresariales y las instituciones sectoriales; analiza el cambio y la dinámica del sistema como un todo a través de un proceso coevolutivo. Respecto a la literatura del sistema de innovación, además del enfoque sectorial se añade el concepto de producción y ubica la dimensión geográfica como fundamental, explicando que en su perspectiva se

puede hablar de niveles diferentes para el análisis del sector; eso depende de la meta de investigación específica, siendo una visión complementaria al de SNI y al de SRI.

Entre los principales retos para desarrollar el concepto de sistemas sectoriales de innovación y producción, Malerba considera que están los análisis entre las dimensiones señaladas líneas arriba, la construcción de taxonomías a partir de estudios específicos, un mayor trabajo conceptual y la elaboración de propuestas de política (Malerba, 2002b:263).

Sistemas regionales de innovación

Como hemos señalado en el primer apartado, varios autores han argumentado que la diversidad en la innovación no se da sólo entre países sino que también se expresa al interior de cada uno de ellos; se discute entonces la pertinencia de cuestionar la homogeneidad de los espacios nacionales, de tal forma que una de las líneas de desarrollo conceptual es precisamente la de *sistemas regionales de innovación*, que además adquiere una connotación mayor al introducirse en la discusión el tema de la economía globalizada, pues se afirma que ésta amplía la dimensión de los espacios regionales al poner en cuestionamiento la capacidad de gestión de los estados nacionales (al respecto, véase Petit y Soete, 1999).

En este sentido, J. Howells señala que el concepto de SNI tiene como foco de análisis el nivel nacional, a causa de que las economías de los países varían de acuerdo con su sistema de producción y su marco institucional, y estas diferencias son, a su vez, fortalecidas por las experiencias históricas, el lenguaje y la cultura, cuestiones que se han ido conformando en el marco de los límites nacionales. Sin embargo, reconociendo que hay diversos planteamientos que señalan la heterogeneidad en los sistemas, propone:

hay tres dimensiones que ayudan a reforzar la importancia de los sistemas regionales de innovación. Ellos se refieren a: 1) La estructura de administración regional, en relación con su conjunto administrativo y a los aspectos legal, constitucional y acuerdos institucionales; 2) La evolución y desarrollo de largo plazo de la especialización industrial regional; y 3) Las diferencias centro periferia en la estructura industrial y desempeño innovativo (Howells, 1999:72; tr. propia).

Este autor señala que las diferencias legales y de impuestos pueden influir en la dinámica institucional de las empresas y servicios financieros que apoyan la industria regional y local; igual sucede con la división de poderes, la estructura gubernamental y sus interacciones. De esta manera no sólo el impacto de los patrones sectoriales de la especialización técnica e industrial influye sobre la innovación; también incide el desarrollo de la infraestructura de innovación regional, además de que las diferencias centro-periferia (entre las regiones) también se dan en la distribución de las instituciones.

Howells argumenta que los sistemas regionales de innovación representan arenas cruciales de aprendizaje localizado y *know how* tácito; reconoce que son importantes las aportaciones de los geógrafos y economistas regionales, entre los cuales cita a Marshall. Concretamente sugiere cinco procesos que deben ser identificados para el análisis de la innovación en el ámbito regional: patrones de comunicación locales relacionados con los procesos de innovación (la cercanía sigue siendo fundamental), tanto a nivel individual y de firma o grupo; procedimientos de exploración y búsqueda locales relacionados con la innovación y la tecnología; patrones de invención y aprendizaje local; distribución del conocimiento y desempeño de innovación locales (Howells, 1999:82).

Por su parte, Cook (2003) destaca que en realidad el concepto de *sistema regional de innovación* es nuevo; se desarrolla a principios de la década de los noventa e identifica tres componentes centrales: la definición del espacio regional, los procesos de innovación y la propuesta de sistemas.⁸ Sin embargo, desde su perspectiva los elementos teóricos fundamentales son: teoría económica evolutiva, las ciencias de lo regional –el concepto de *distrito industrial* y la construcción de teorías sobre estrategias de racionalización– y el concepto de *administración* (*governance*). Respecto al primero destaca la relación entre el surgimiento de un paradigma tecnoeconómico y el cambio institucional, pues implica los procesos

⁸ Al respecto, Heijs (2001) plantea en lugar del componente “nacional” lo que él denomina “geográfico”, que incluiría lo nacional y lo regional, explicando cómo el proceso de innovación sólo puede efectuarse a partir de las “externalidades” que implican la interacción entre los agentes e instituciones y que tienen su raíz en el ambiente geográfico específico.

de aprendizaje y generación de capacidades institucionales. Respecto a la delimitación de lo “regional” señala que, si bien no hay un concepto único y que se trata de una construcción analítica, es importante porque explica la forma en que los procesos económicos operan para producir aglomeración, urbanización e industrialización; en esta perspectiva destaca el concepto de *distrito industrial*, que ha sido recuperado de Marsahll y actualmente tiene una connotación más fuerte en relación con los patrones de regiones exitosas que incluyen la existencia de fuertes sectores de pequeña empresa, cooperación horizontal entre ellas, fuerza de trabajo calificada y flexible, una cultura innovativa y gobiernos locales activos. En este sentido, señala que son importantes las aportaciones realizadas en términos del análisis de los regímenes de administración, en especial a partir de la perspectiva de redes; incluye aquí la cuestión de formas organizacionales y la coordinación de las actividades.⁹

Paralelo al desarrollo conceptual es necesario mencionar que encontramos a partir de finales de la década de los ochenta una creciente preocupación por el estudio de los sistemas regionales por parte de diversos teóricos y organizaciones gubernamentales e internacionales, pues uno de los efectos directos de la globalización ha sido la restructuración profunda del espacio a partir del desarrollo del nuevo modelo de reproducción y los procesos que han sido adoptados, como la *lean production* y la conformación de redes de subcontratación mundiales; así los vínculos entre las regiones al interior de un país pueden estar total o parcialmente subordinados a los requerimientos del capital mundial y reconstruir las relaciones económicas inter e intrarregionales, sus encadenamientos, según sus intereses. Qué tanto afecte esto a cada una de las regiones depende en mucho tanto de la fortaleza de cada economía local y nacional como de las políticas y estrategias de los diversos agentes, incluidos los capitales locales y multinacionales. Sin embargo, es claro que en especial en los países

⁹ Hay diversas posiciones al respecto. Rózga alude a esta discusión señalando la posición de Davelaar y la visión institucionalista; la primera destaca los elementos estructurales y su ambiente productivo, y la segunda acentúa la intensidad de los lazos entre firmas e instituciones (Rózga, 2002:39).

subdesarrollados, este proceso de subordinación es mucho más fuerte y define su estructura productiva.

En particular y desde el ámbito de las investigaciones regionales, se observa cómo lo territorial juega un nuevo rol en la economía global. Se trata de una relación mucho más dinámica y que permite una mayor capacidad a las acciones de los agentes en ese ámbito. Así, Hassink (1993) encuentra que

1. Surge una nueva jerarquía de las economías regionales, que es explicado en gran parte a través de conceptos como *ciclo de vida del producto*, *regulación* y *mejora innovativa*.
2. La nueva organización de la producción de la especialización flexible ha conducido a la reaglomeración de las economías y la importancia creciente de regiones en la economía.
3. Las políticas han venido cambiando durante la modificación en la organización de la producción, de tal forma que el rol político de las regiones se incrementó, cuestión que varía de acuerdo con cada país y región.

Desde la perspectiva de Cook (2003:15), en la medida en que las compañías organizan sus procesos de producción e innovación a nivel mundial toman ventaja de los recursos específicos de los diferentes territorios, por lo que plantea que ahora éstos se convierten en regiones de interés económico natural, en especial cuando en ellos se han desarrollado *clusters* y la infraestructura administrativa apropiada para apoyar las actividades innovativas. La importancia de los *clusters* en la definición de los espacios regionales innovativos es fundamental.

En este sentido define a los *clusters* como “una densa red de actores económicos que trabajan estrechamente juntos y tienen una relación intensa de intercambio”. En dicha red participan todos los actores de la región que contribuyen directamente al proceso de producción dominante e incluye a empresas manufactureras, proveedores y comercializadoras, instituciones financieras, institutos de investigación, agencias de transferencia tecnológica, asociaciones económicas y sindicales, instituciones de capacitación, gobierno regional y aun asociaciones informales (Cooke, 2003:3).

De esta manera, la propuesta de sistema regional de innovación nos conduce a los desarrollos analíticos que abordan los temas de desarrollo industrial y

regional, en los cuales el enfoque de redes ha sido bastante utilizado. Como señala Maillat (1999), han surgido diversas interpretaciones, modelos y conceptos: sistemas productivos por áreas, tejido industrial local, sistema industrial localizado, ecosistemas localizados, mesosistema productivo, sistema de producción e innovación localizado y distrito tecnológico.¹⁰ Como puede observarse, se trata ya de la discusión en torno al papel que juegan los espacios locales en el desarrollo industrial y la innovación, en el marco de una economía global. Si bien esta discusión es de suma importancia, por el momento lo que nos interesa dejar planteado es su relación con el tema de la innovación, donde se acentúa en especial el funcionamiento de redes locales. Al respecto, Maillat afirma:

En los sistemas productivos alimentados por entornos innovadores, el cambio pocas veces es llevado a cabo por un solo participante. Las partes interesadas encuentran que tienen que establecer redes de innovación para enfrentar los problemas que surgen al buscar poner el cambio en marcha. Una *red de innovación* se define como un grupo de participantes, coordinado, pero mixto, con antecedentes profesionales que trabajan en conjunto para diseñar, desarrollar, producir y difundir procesos de producción, bienes y servicios, algunos de ellos bajo la forma de una transacción comercial. Presupone la existencia de vínculos directos y no jerárquicos entre todos los elementos que conforman la red (Maillat, 1999: 83).

Desde otra perspectiva, los *clusters* han sido estudiados en su relación con la integración a las cadenas productivas mundiales, lo cual implica el estudio de la manera en que se relacionan los saberes locales con los mundiales, así como sus jerarquías y formas de vinculación entre los diversos actores (Roelandt y Hertog, 1999), cuestiones que nos llevan a la pregunta sobre la internacionalización de la generación y distribución del conocimiento y la manera en que se relacionan los actores, que ha sido abordada desde la óptica de la internacionalización de las actividades de investigación y desarrollo, y la incidencia de las empresas multinacionales (globales) sobre el desarrollo regional. Estas últimas discusiones sólo las dejamos indicadas.

¹⁰ Debemos mencionar también la propuesta sobre polos de innovación, que igualmente trata de utilizar la perspectiva evolucionista para analizar los procesos innovativos específicos de una zona o localidad (Corona, 2001).

Para concluir con este apartado, se puede observar que estos debates nos remiten nuevamente al concepto de *sistema nacional de innovación*, pues son los mismos tópicos de las deliberaciones actuales: sus elementos componentes, el papel que juegan cada uno de los actores y la manera en que se concretan sus estrategias y políticas, y que con la globalización surge un actor que puede convertirse o es dominante. Esta cuestión cobra especial connotación para los países latinoamericanos.

Los sistemas de innovación desde Latinoamérica

A partir de principios de la década de los noventa se inicia la difusión de la propuesta de sistemas de innovación en América Latina;¹¹ a lo largo de ese periodo se efectúan estudios en diversos países sobre los sistemas nacionales de innovación; incluso los organismos oficiales de ciencia y tecnología introducen el concepto en sus planes y documentos (tal es el caso de Brasil y Argentina). Asimismo, si bien la CEPAL no llega a utilizar tales conceptos, sí parte de un marco evolutivo para explicar la transformación que se estaba efectuando y sugerir políticas para ello (al respecto, véase el texto *Transformación productiva con equidad*, de 1990). En este sentido, Mario Albornoz (2001), al evaluar los marcos teóricos, presentes en las diferentes propuestas de política en la actualidad, señala que, entre otros, está el que denomina “política sistémica de innovación”, teoría que está fundamentada en la demanda de conocimientos y postula la necesidad de una política cuyo eje es el estímulo a la conducta innovadora de las empresas, basada en el enfoque de “sistemas de innovación”; desde su punto de vista, la debilidad de esta posición es que, en el sector productivo latinoamericano, los sistemas de innovación son más un postulado teórico que una

¹¹ Es pertinente señalar que, desde años antes, diversos pensadores latinoamericanos sobre ciencia y tecnología habían tenido un intercambio de ideas con autores de la teoría evolutiva. Podemos citar como ejemplos la estancia de Amílcar Herrera en SPRU en la década de los setenta (Dagnino, 2000) y la participación de Freeman en un seminario sobre políticas científicas en la UNAM en 1984 (Corona, 1989).

realidad, de tal forma que en la comunidad científica suele rechazarse por su acento “economicista”.

En términos de valoración de la propuesta de análisis del SNI, Chudnovsky (1999) considera que tal concepto es valioso para abordar la innovación en los distintos países, desarrollados y en desarrollo; sin embargo, cree que es aún bastante difuso y no aporta lineamientos de políticas por seguir; en tanto, Solleiro y Castañón (2003) plantean que el enfoque del SNI es necesario para poder analizar y diseñar políticas de innovación adecuadas.

Así, es indudable que el enfoque del SNI ha cobrado fuerza en los países latinoamericanos, tanto en el ambiente académico como en el gubernamental; sin embargo nos parece pertinente la pregunta que se hacen Arocena y Sutz (2002) respecto a la pertinencia y especificidad que tienen o deben tener tales conceptos para el caso de los países en desarrollo o subdesarrollados. Desde su perspectiva, la propuesta analítica de los SNI es una buena oportunidad para renovar los estudios emprendidos por la teoría del desarrollo, dado que

La teoría de los SNI: *i)* destaca la importancia de diversos actores sociales, por lo que va más allá de la contraposición esquemática entre Estado y mercado; *ii)* se enfoca no sólo sobre aspectos económicos sino también políticos, institucionales y culturales; *iii)* dirige nuestra atención sobre algunos procesos concretos de interacción entre actores y organizaciones, ofreciendo un marco general para su estudio. Estas tres potencialidades de la teoría dan lugar a otra, decisiva: *iv)* es una herramienta para estudiar los aspectos concretos de las actividades innovativas en los países subdesarrollados, contribuyendo así a revitalizar el pensamiento sobre el Desarrollo, cuyo tarea definitoria era el análisis global e interdisciplinario de las características específicas de la “condición periférica” (Arocena y Sutz, 2002:1).

De manera puntual, estos autores exponen que ambas teorías tienen coincidencia en los siguientes elementos:

- Necesidad de un enfoque interdisciplinario, dados los diversos actores y dimensiones que tiene el proceso de innovación y desarrollo.
- Un enfoque sistémico.
- Reconocimiento de las desigualdades, lo que, en el caso de la teoría evolutiva, se refiere a la distribución desigual de las capacidades de aprendizaje;

en tanto que en la teoría del desarrollo es referida a los ámbitos económicos y sociales.

- Reconocimiento de la importancia que tienen los aspectos de conducta y actitudes (cultura) de los actores e instituciones respecto al cambio, para lo cual utilizan el concepto de capital social.
- Importancia que se otorga a los vínculos –productivos en el caso de la teoría del desarrollo, y de innovación para la evolutiva–. Los autores proponen el concepto *circuitos innovativos*.

Sin embargo, en su perspectiva consideran que el concepto de SNI debe ser utilizado pensando en la problemática del desarrollo y señalan cinco aspectos por considerar: *a)* se originó en los países centrales como un concepto *ex post* mientras que en la periferia es un concepto *ex ante*; *b)* tiene un peso normativo; *c)* es “relacional”; *d)* puede ser objeto de políticas, y *e)* describe situaciones en que está presente el conflicto. De esta manera concluyen que una construcción de sistemas de innovación en el caso de los países subdesarrollados tiene que ver con aspectos particulares que incluyen incorporar lo específico de los procesos de aprendizaje, acentuar el papel de los actores y sus interacciones (que existen o faltan), contemplar los resultados de políticas concretas (que serán producto de los intereses, necesidades y posibilidades de los actores que participen en los procesos de innovación).¹²

Con este último argumento quisiéramos concluir el presente artículo, pues nos parece que si bien la propuesta del SNI, incluyendo sus diversas dimensiones (sectorial, regional, local), nos brinda una perspectiva muy amplia para los estudios sobre la innovación, también es cierto que es importante tener en cuenta que se trata de una teoría en construcción y que es pertinente contribuir a ésta al considerar no sólo los estudios específicos que se están llevando a cabo

¹² Además, para estos autores es una estrategia que se construye desde abajo, en el sentido de que se parte de los circuitos innovativos que se detectan en la realidad, ubicando lo que serían las “células del tejido innovativo”, los espacios interactivos de aprendizaje –que identifican las situaciones más o menos estables en las cuales ciertos actores encuentran oportunidades para fortalecer sus capacidades de aprendizaje, mientras interactúan en la búsqueda de soluciones a un problema dado–; su multiplicación e interconexión crean desde abajo los sistemas de innovación.

—que aportan nuevos elementos y conceptos—, sino que también es necesario incorporar críticamente otras perspectivas analíticas e incluir las problemáticas específicas de los países latinoamericanos. Finalmente, es importante llevar a cabo una revisión crítica de la manera en que se usa el concepto de SNI,¹³ pues en diversos casos, y de manera cada vez más frecuente, se hacen a un lado sus planteamientos teórico-metodológicos medulares a fin de hacerlo funcional a las políticas gubernamentales de apertura indiscriminada, privatización y liberalización, hoy tan en boga, viciando así una propuesta que acentúa los elementos sistémicos y evolutivos de los procesos de innovación y la sustituya por una visión mecánica y lineal.¹⁴

Bibliografía

- Albornoz, Mario (2001), “Política científica y tecnológica. Una visión desde América Latina”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, núm. 1, septiembre-diciembre, Organización de Estados Iberoamericanos, España.
- Amable, Bruno y Pascal Petit (2001), *The Diversity of Social Systemes of Innovation and Production During the 1990s*, CEPREMAP, núm. 2001-15, www.cepremap.cnrs.fr
- Arocena, Rodrigo y Judith Sutz (2002), “Innovation Systems and Developing Countries”, *Documentos de Trabajo*, núms. 2-5.
- Banco Mundial (2002), *Cerrando brecha en educación y tecnología*, Banco Mundial.
- BID (2000), *La ciencia y la tecnología para el desarrollo: una estrategia del BID*, Washington, Banco Interamericano de Desarrollo.

¹³ Al respecto, E. Martínez (2003) plantea cómo, al evaluar las políticas y visiones sobre la ciencia y tecnología en América Latina en el cambio de paradigma, se han dejado de lado las perspectivas desarrolladas en nuestros países; en particular señala que el abandono de la política de promoción y participación del Estado en la investigación y su sustitución por las denominadas políticas de incentivo a la demanda han a su vez generado una ilusión por la articulación de un sistema nacional de innovación.

¹⁴ Véanse, por ejemplo, los textos del Banco Mundial (2002) y del BID (2000).

- Cook, P., M. Gómez y G. Etxebarria (1997), "Regional Systems of Innovation, Institutional and Organisational Dimensions", *Research Policy*, vol. 26, pp. 475-491.
- Cook, P. (2003), "Strategies for Regional Innovation Systems: Learning Transfer and Applications", UNIDO, *Strategic Research and Economics Branch, Policy Papers*, Viena.
- Corona, Leonel (2001), *Innovación y región*, U.A. de Querétaro.
- _____ (1989), *Prospectiva científica y tecnológica en América Latina*, México, UNAM.
- Coriat, Benjamin y Olivier Weinstein (2002), "Organizations, Firms and Institutions in the Generation of Innovation", *Research Policy*, vol. 31, núm. 2, febrero, pp. 273-290.
- Chudnovsky, Daniel (1999), "Políticas de ciencia y tecnología y el Sistema Nacional de Innovación en la Argentina", *Revista de la CEPAL*, 67, abril, Santiago de Chile, pp. 153-172.
- Dagnino, Renato (org.) (2000), *Amílcar Herrera: un intelectual latinoamericano*, Campinas, UNICAMP.
- Dosi, G. y L. Orsenigo, "Coordination and Transformation: an Overview of Structures, Behaviours and Change in Evolutionary Environments", en G. Dosi et al., *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter Publishers, pp. 13-38.
- _____ (1999), "Some Notes on National Systems of Innovation and Production, and Their Implications for Economic Analysis", en Daniele Archibugi, Jeremy Howells y Jonathan Michie, *Innovation Policy in a Global Economy*, Cambridge University Press, pp. 35-47.
- Freeman, Ch. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres, Pinter.
- _____ (2002), "Continental, National and Sub-national Innovation Systems-complementary and Economic Growth", *Research Policy*, vol. 31, núm. 2, febrero, pp. 191-211.
- Hassink, Robert (1993), "Regional Innovation Policies Compared", *Urban Studies*, vol. 30, núm. 6, pp. 1009-1024.
- Heijs, Joos T. (2001), "Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación y Política Tecnológica: una aproximación teórica", *Documento de Trabajo*, núm. 24,

Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense de Madrid.

Howells, Jeremy, 1999, "Regional Systems of Innovation?", en Daniele Archibugi, Jeremy Howells y Jonathan Michie, *Innovation Policy in a Global Economy*, Cambridge University Press, pp. 67-93.

Jasso, Javier (1998), "De los sistemas nacionales a los suprarregionales y subnacionales de innovación. Propuesta analítica y conceptual", *Revista de Economía y Empresa*, vol. XII, núm. 34, España.

Lundvall, B. A. (1985), *Product Innovation and Use-producer Interaction*, Aalborg University Press.

_____, Björn Johnson, Esben Andersen, Bent Dalum (2002), "National Systems of Production, Innovation and Competence Building", *Research Policy*, vol. 31, núm. 2, febrero, pp. 213-231.

Malerba, Franco (1998), "Sectorial Systems of Innovation and Production", *Documentos de Trabajo ESSY*, núm. 1, CESPRI Bocconi University, Italia, <http://www.cespri.uni-bocconi.it>

_____, (2002a), *Sectorial Systems in Europe: Innovation, Competitiveness and Growth*, reporte final, Milán, Italia, <http://www.cespri.uni-bocconi.it>

_____, (2002b), "Sectorial Systems of Innovation and Production", *Research Policy*, vol. 31, núm. 2, febrero, pp. 247-264.

Maillat, Denis (1999), "Sistemas productivos regionales y entornos innovadores", en OCDE, *Redes de empresas y desarrollo local*, París, pp. 75-90.

Martínez, Eduardo (2003), "Ciencia, tecnología y Estado en America Latina: nuevo siglo y nuevo paradigma", ponencia en el Seminario Territorio-Industria-Tecnología-Innovación en la Sociedad del Conocimiento, Puebla.

Martínez Vidal, Carlos (2002), "La Escuela Latinoamericana de Pensamiento en Ciencia, Tecnología y Desarrollo", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, núm. 4, septiembre-diciembre, en <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero4/escuelalatinamericana.htm>

Navarro, Mikel (2001), "Los sistemas nacionales de innovación: una revisión de la literatura", *Documento de Trabajo*, núm. 26, Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense de Madrid.

Nelson, Richard R. y Katherine Nelson (2002), "Technology, Institutions, and Innovation Systems", *Research Policy*, vol. 31, pp. 265-272.

- _____ y N. Rosenberg (1993), "Technical Innovation and National Systems", en R. Nelson, *National Innovation Systems*, Nueva York, Oxford University Press.
- Pavitt, K. (1984), "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, vol. 13, pp. 343-373.
- Patel, P. y K. Pavitt (1994), "National Innovation Systems: Why They are Important, and How They Might Be Measured and Compared", en *Economics of Innovation and New Technology*, núm. 3, pp. 77-95.
- Petit, P. y L. Soete (1999), "La globalización en busca de un futuro", en *International Social Sciences Journal*, UNESCO, núm. 160, julio.
- Popper, Steven W. y Caroline S. Wagner (2002), *New Foundations for Growth: The U.S. Innovation System Today and Tomorrow*, Science and Technology Policy Institute, RAM.
- Roelandt, Theo J.A. y Pim den Hertog (1999), "Cluster Analysis and Cluster-based Policy Making in OECD Countries: an Introduction to the Theme", *OECD, Boosting Innovation: the Cluster Approach*, París, pp. 9-25.
- Rózga, Ryzard (2002), "Entre la globalización tecnológica y contexto nacional y regional de innovación", en Leonel Corona y Ricardo Hernández (coords.), *Innovación, universidad e industria en el desarrollo regional*, México, IPN-FE-Plaza y Valdés, pp. 29-50.
- Solleiro, José Luis y Rosario Castañón (2003), "Competitividad y sistemas de innovación: los retos para la inserción de México en el contexto global", ponencia en el Seminario Territorio-Industria-Tecnología-Innovación en la Sociedad del Conocimiento, Puebla.
- Vence, X. (1995), *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*, Madrid, Siglo XXI.

2

Elementos básicos de los sistemas nacionales de innovación: evidencias del análisis histórico

*Javier Jasso Villazul**

La época de las grandes proezas personales o individuales de una persona sola y sin la ayuda de los que la rodean se aleja rápidamente. Llega la época en que todas las grandes obras serán hechas por este tipo de cooperación en la cual cada hombre ejecuta la función para la que se encuentra más capacitado, conserva su propia individualidad y sobresale en esa función, y todo ello sin perder nada de su originalidad y de su propia iniciativa, y sin embargo, controlado y trabajando armoniosamente con muchos otros hombres.

FREDERICK TAYLOR

Introducción

La importancia de la innovación tecnológica en el desarrollo económico no es nueva.¹ Hace más de un siglo List señaló que el estado actual de las naciones es el resultado de la acumulación de los descubrimientos,

* Profesor-investigador de la Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, jassov@correo.posgrado.unam.mx

¹ Entre otros, véase la discusión acerca de la importancia de la tecnología y el desarrollo científico a partir de diversos autores como Marx, Weber, Khun y Schumpeter.

invenciones, mejoras, perfecciones y esfuerzos realizados por la humanidad. Estos hechos forman el capital intelectual de la raza humana, y cada nación separada es productiva solamente en la proporción en la cual ha sabido apropiarse de los logros de las generaciones anteriores y, en su caso, aumentarlas. Lo que parece reciente son las formas y modalidades para innovar, y el análisis que se hace para explicar su ritmo y naturaleza.

Estos avances teóricos y empíricos muestran que la innovación es cada vez en mayor medida e importancia el resultado de la cooperación, la coordinación y la competencia en forma de redes o vinculaciones intraempresa y entre empresas e instituciones. Esta interacción es lo que conforma un sistema de innovación (SI). En estos SI se crean y suceden mecanismos de transferencia tecnológica en los que intervienen instituciones y organizaciones especializadas y se genera un ambiente que caracteriza la dinámica innovadora en un país, región, sector y/o empresa u organización.

El estudio de la vinculación cooperación-red ha sido analizado desde diferentes perspectivas disciplinares y teóricas, lo que evidencia los diferentes conceptos propuestos para caracterizar dicha vinculación y que en nuestra opinión aducen a fenómenos similares.

En este artículo se propone una aproximación para estudiar a los SNI desde una perspectiva evolutiva y reflexionar acerca de la dinámica competitiva internacional. Por ello, hemos retomado como punto de partida la exploración de SNI de los países que conformaron la pauta de las olas de expansión y del paradigma tecnológico imperante desde la revolución industrial hasta nuestros días. En este artículo partimos de los estudios que han evidenciado que las condiciones de innovación y la dinámica tecnológica de un país reflejan su posicionamiento competitivo a nivel internacional.² En este artículo se propone que la comprensión y la caracterización de los SNI de manera histórica y en niveles de análisis pueden ser útiles para realizar una exploración de los rasgos que motivan u obstaculizan la actividad innovadora en países seleccionados y relevantes en la conformación histórica mundial.

² Entre otros, véase Dosi *et al.* (1990) y Jasso (1998).

Los SNI y los ciclos de expansión: los paradigmas tecnoeconómicos

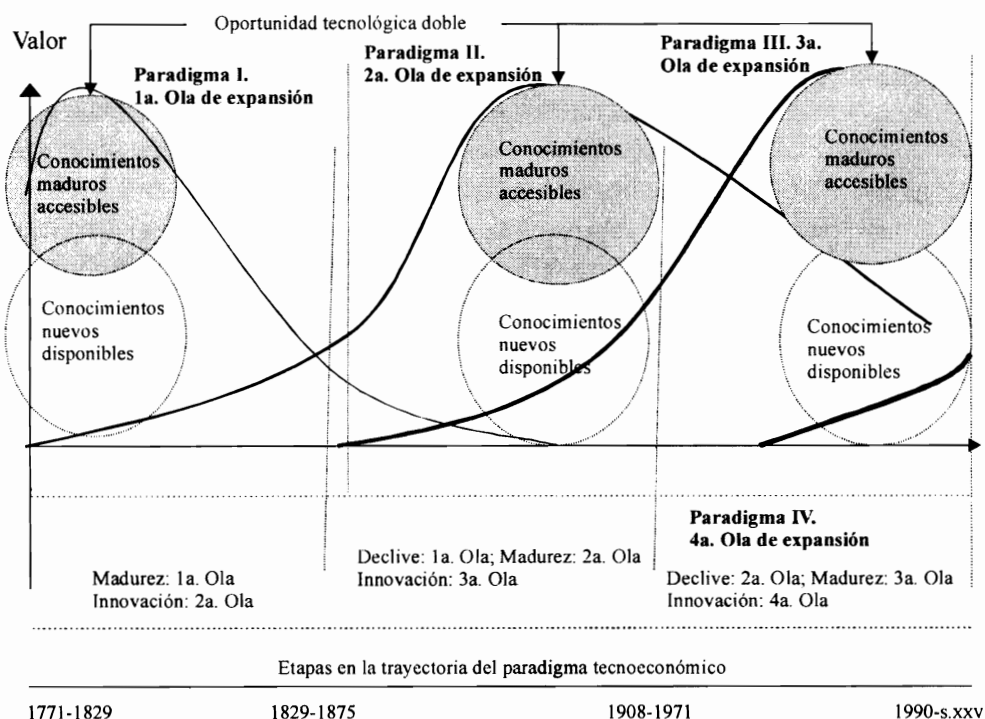
El debate reciente acerca de los SNI ha abarcado dos tipos de enfoques, uno en donde se analizan las relaciones entre los actores gubernamentales y las organizaciones, que aducen a estudios descriptivos y, los segundos, en donde se explica la dinámica innovadora a partir de la evolución y coevolución de la tecnología y las instituciones, y los estudios son más teóricos y abstractos (Andersen, 1994).

En este trabajo exploratorio retomamos ambos enfoques y se analizan los ciclos largos, denominados así por Kondratieff, y que ocurren cada 40 a 50 años, de los agrupamientos en las innovaciones e inventos ocurridos en los últimos dos siglos.³ Este es el punto de partida para señalar que dichos ciclos conforman paradigmas tecnoeconómicos y están relacionados con los rasgos característicos de los SNI de los países que impulsan dicho paradigma, lo que conforma una determinada ola de expansión (Pérez, 1992). Los paradigmas representan un modelo rector del desarrollo tecnológico durante varios decenios, en el que se identifican y desarrollan productos y procesos productivos económicamente rentables, partiendo de la gama de aquellos que son tecnológicamente viables. Este concepto, a diferencia del de los paradigmas tecnológicos propuesto por Dosi (1982), es más amplio, ya que incluye a las instituciones. Los paradigmas tecnoeconómicos siguen olas de expansión propuestas por Kondratieff, ocurridas cada 40 o 50 años, en las que diversas trayectorias tecnológicas (paradigmas tecnológicos) impulsan el crecimiento económico. Estas olas, si bien pueden medirse desde la aparición del hombre, para efectos de este artículo abarcan desde la Revolución Industrial hasta el periodo actual (véase figura 1).

Iniciar con el periodo de la Revolución Industrial es pertinente ya que, como señala Ferrer (2000), hasta mediados del siglo XVIII las innovaciones tecnológicas

³ En este artículo se considera una etapa en el tiempo e incluye el análisis del SNI del país relevante en determinada ola de expansión (véase gráfica 1), por lo que la evolución se refiere a las condiciones de innovación prevalecientes en los SNI de países seleccionados de acuerdo con su liderazgo, impulso o creación de cada paradigma tecnoeconómico (ola de expansión), o bien en características sobresalientes (por ejemplo, la ex URSS).

Figura 1. Ciclos de los paradigmas tecnoeconómicos y oportunidades tecnológicas



Fuente: elaboración propia con base en Pérez (1992).

fueron más relevantes en la generación de utilidades y la formación de capital en la mayor parte de las actividades productoras de bienes y servicios. Es decir, el desarrollo mundial se asocia a la capacidad de cada país de internalizar y crear las condiciones sociales, económicas y políticas para el cambio técnico y, consecuentemente, de apropiarse de los beneficios de la dinámica innovadora y generación de valor.

En cada una de las olas imperaron SNI de los países que lideraban el paradigma tecnológico impulsor de la economía mundial, siempre bajo la presión que ha ejercido la percepción de que ese liderazgo podía perderse o ser superado por

otros SNI. Es decir, la propia dinámica del conocimiento no es necesariamente apropiable por el SNI líder, debido a la propia discontinuidad del desarrollo tecnológico y al periodo de adaptación de los líderes al nuevo paradigma, por lo que había oportunidades tecnológicas creadas por el paradigma tecnológico emergente. Esto explica que los países “seguidores”, como Alemania y Estados Unidos, hayan podido liderar el siguiente paradigma tecnoeconómico y marcar la pauta de la nueva ola de expansión (ferrocarriles y acero) a partir de sus SNI, que desplazan y superan el liderazgo del SNI inglés. El espacio creado entre ambas olas repercute en el SNI inglés, que no se adapta a las nuevas condiciones de la nueva ola, a pesar de los conocimientos, la experiencia y el aprendizaje acumulados en el paradigma anterior. Esto es, no aprendió al ritmo de sus seguidores y no desaprendió las prácticas anteriores que mostraron ser menos eficientes.

La propia dinámica innovadora lleva a la tercera ola (impulsada ya en el siglo XX por los autos, electrónica, los nuevos materiales y las telecomunicaciones), de la cual surgen nuevas oportunidades y paradigmas tecnológicos; Japón, y por otro lado la ex URSS conforman SNI contrastantes que participan en esta ola de expansión. Es decir, las características y formas de cada SNI han sido el resultado de las condiciones, capacidades y aprendizajes acumulados a cierto tiempo en los diferentes ámbitos de los SNI de los países.

El SNI en Gran Bretaña y la 1a. ola de expansión: la Revolución Industrial

En Gran Bretaña ocurren los inventos que impulsan la primera ola de expansión y con ello lo que se ha denominado la Revolución Industrial.⁴ En dicha ola de expansión ocurrida a fines del siglo XVIII y XIX hubo una clara distinción entre ciencia y tecnología. Esa primera fase estuvo caracterizada por inventos que no necesariamente fueron realizados por científicos.

⁴ Para otros esta etapa es definida como “Segundo Orden Mundial” y abarca desde alrededor de 1800 hasta el inicio de la Primera Guerra Mundial, en 1914. El Primer Orden Mundial es referido al periodo de los descubrimientos o encuentro de Colón en América a fines del siglo XV hasta el siglo XVII. Para mayor detalle, véase Ferrer (2000).

Tabla 1. Características del sistema nacional de innovación británico, siglos XVIII y XIX

<i>1a. y 2a. olas de innovación impulsadas por la mecanización (máquina de vapor a partir de la termodinámica) y la selección genética (a partir de la evolución de las especies)</i>
<i>Nivel macro: aspectos institucionales y de políticas horizontales</i>
<i>Políticas públicas</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Tienen una visión liberal heredada de la tradición humanista del Renacimiento y la Ilustración. El protestantismo impulsa la visión centrada en el individuo y la Iglesia anglicana apoya la visión científica. • La política económica está muy influida por la economía clásica y el interés por la industrialización. • Reducción o eliminación de trabas internas y externas al comercio.
<i>Papel de la ciencia y de la tecnología</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Hay un importante esfuerzo para acelerar la superación del atraso de la tecnología nacional, a fin de alcanzar a los competidores extranjeros. • La ciencia se convierte en una institución nacional alentada por el Estado y popularizada por las instituciones locales, y los conocimientos científicos tienen una mayor aplicación generalizada en todas las esferas de la actividad humana. • La orientación filosófica y metodológica práctica y experimental impulsada por F. Bacon crea una tradición cultural que impulsa la actividad científica.
<i>Formación del talento humano</i>
<ul style="list-style-type: none"> • La forma de organización social permitió a los inventores aumentar su capital y colaborar con los empresarios. • A mediados del siglo XIX estas asociaciones contaban con 100 mil miembros en todo el reino. • El nivel educativo en la población de 15 a 64 años no superaba dos años de escolaridad. • Las academias y algunas universidades proporcionan educación sobre la ciencia. Surgen clubes y asociaciones dedicadas al estudio de problemas científicos y a la resolución de cuestiones prácticas. Los mecánicos se entrenan en ciudades industriales nuevas.

<i>Nivel meso: aspectos sectoriales, regionales y de políticas verticales</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Política selectiva del Estado de impulso a la innovación. • La industria textil, la ingeniería mecánica y el ferrocarril impulsan el desarrollo industrial. • Hay beneficios directos para el comercio y servicios locales para que inviertan en la producción, especialmente en textiles. • La población activa se ocupaba 40% en el sector primario, 30% en la industria y el resto en servicios.
<i>Nivel micro: estrategias empresariales y políticas selectivas a empresas</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Invención de la máquina de vapor. • Inventores e innovadores individuales y empresas pequeñas. • Alta inversión local de los propietarios en infraestructura del transporte (canales y caminos, ferrocarriles posteriores). • La estructura de propiedad facilita la cooperación entre innovadores y financiadores. • Importantes vínculos entre los científicos y los empresarios.

Fuente: elaboración propia con base en Freeman y Soete (1997), Ferrer (2000), Maddison (1997) y Pérez (2003).

La posición predominante de Gran Bretaña en los siglos XVIII y XIX se atribuye a su capacidad inventiva e innovadora, que es el resultado de combinar los cambios sociales, económicos y técnicos que actúan recíprocamente dentro del espacio económico nacional y que estuvo impulsada por el Estado (véase Maddison, 1992).

Las características tecnológicas, culturales y políticas del SNI de Gran Bretaña permitieron a este país destacar como inventor respecto al resto del mundo, basándose en el aprendizaje interactivo entre empresas e instituciones (Freeman y Soete, 1997).

En la segunda mitad del siglo XIX, el nuevo avance de la ciencia, y en particular de la ingeniería eléctrica, condujo hacia un progresivo papel del empresario, quien realizó reformas que contribuyeron a un nuevo y rápido crecimiento de la industria.

Una parte importante de este avance se debió al aprendizaje resultante de la repetición continua de las actividades cotidianas y al utilizar constantemente los métodos y técnicas de producción, tal como lo sugería Arrow (1962). En este periodo se sustituyen los procesos y se sistematiza la organización de los departamentos internos de I+D que se orientan a la introducción de nuevos productos y procesos.

En esta etapa también surgieron nuevas instituciones y departamentos que emplean a los nuevos científicos, ingenieros y técnicos altamente calificados (véase la tabla 1). En síntesis, adquieren importancia decisiva las capacidades que cada país tiene, en este caso, Gran Bretaña de incorporar en su organización social, económica y política las transformaciones provocadas por la tecnología y la Revolución Industrial (Ferrer, 2000). A mediados del siglo XIX, Gran Bretaña era la única potencia colonial. En 1860 la población de los dominios y colonias ascendía a 260 millones de personas, ocho veces más que el Reino Unido; incluía los territorios de Canadá, Australia, India, Nueva Zelanda, África del sur y otros menores.

Cerca de 70% de las inversiones británicas en el exterior estaban localizadas en el imperio y América Latina, y el mismo destino tenía 80% de las exportaciones textiles de algodón (Ferrer, 2000). La productividad por persona fue de alrededor de dos veces mayor que el promedio europeo y Estados Unidos, y de tres veces mayor que China o la India en 1850.

Alemania y Estados Unidos como SNI seguidores e impulsores de la 2a., 3a. y 4a. olas de expansión: siglos XIX y XX⁵

La segunda ola de expansión se iría desarrollando desde la Revolución Industrial hasta el final del siglo XIX. En esta segunda fase hay mayor acercamiento entre la investigación científica y la tecnología. Los inventos pueden provenir de algún artesano, pero hay inventores independientes que utilizan el “método científico” en sus trabajos, sobre todo los de la electricidad, para lo que se crearon laboratorios (Edison en EU) o bien empresas (es el caso de los herma-

⁵ En la tabla 2 se señalan algunos rasgos destacados en este apartado.

nos Siemens en Alemania), además del impulso de la termodinámica y la industria química, que llevaron a que el científico alemán W. Roentgen descubriera los rayos X.

En la tercera ola surgen los laboratorios de investigación de los grandes consorcios, *trusts* a los que se refirió Schumpeter (1942). La distinción entre ciencia y tecnología ya comenzaba a atenuarse rápidamente. Estos laboratorios son el inicio de la industrialización de la producción científico-técnica.

En Alemania⁶ y Estados Unidos⁷ la conformación de sus respectivos SNI les permitió alcanzar a Gran Bretaña en la segunda mitad del siglo XIX. Su salto tecnológico basado en la educación y en el entrenamiento industrial hizo que fuesen desde el inicio del siglo XX líderes mundiales.

La competencia fue promovida por EU a partir de regulaciones antimonopolio, aunque la fortaleza de las grandes corporaciones como la Standard Oil, Carnegie Steel Co. y otras lograron mantener presencia en el mercado. En cambio, en Alemania se promovió la concentración industrial y financiera, sobre todo en las ramas de mayor avance tecnológico, impulsoras del paradigma tecnoeconómico.⁸ La inversión de riesgo se facilitó al asociarse el capital industrial con el capital financiero.

La abundancia de materiales, de energía y de tierra, junto con ondas sucesivas de inmigración, fortalecieron el SNI de Estados Unidos y lo diferenciaron del de Alemania y los países europeos.

⁶ Bismarck unificó el imperio alemán en 1871 (II Reich), siendo Prusia el estado más grande (60% del territorio y población) del imperio alemán de ese entonces (Palmowski, 1998). Hasta ese entonces, Alemania aún no se había consolidado como Estado-nación. En cambio, los demás países de Europa ya lo habían logrado al ejercer el dominio efectivo de su espacio territorial (Ferrer, 2000).

⁷ Estados Unidos surge de la confederación de 13 estados que declaran la independencia respecto del Reino Unido en 1776, y en 1787 es declarada República Federal (Palmowski, 1998). La extensión abarcaba una superficie de 1.3 millones de km², cuatro veces más que el territorio del Reino Unido donde estaba su antigua metrópoli. Ninguna ciudad superaba los 50 mil habitantes y 95% de la población radicaba en zonas rurales. La integración del mercado interno era débil y la actividad mercantil y los negocios estaban más vinculados al comercio de ultramar (Ferrer, 2000).

⁸ En 1907 alrededor de 25% de la producción industrial estaba regulada por cárteles y otros acuerdos para el reparto del mercado. En 1913 las tres empresas más grandes y 17 entre las 25 mayores de Alemania eran bancos (Ferrer, 2000).

Tabla 2. Características del Sistema Nacional de Innovación de Estados Unidos, en los siglos XIX y XX

<i>2a. ola de expansión impulsada por la producción en serie</i>
<i>3a. ola de expansión impulsada por la electricidad, los automóviles y la industria química</i>
<i>Nivel macro: institucional, regulatorio y de políticas públicas horizontales</i>
<i>Capacidad productiva e infraestructura</i>
<ul style="list-style-type: none"> • La infraestructura ferroviaria permite que los mercados se amplíen desde mediados del siglo XIX. • El poder político y el Estado se alían a los intereses económicos privados nacionales. El Estado es el promotor del desarrollo del país, la protección del mercado interno, la ocupación territorial y la expansión de la frontera y el apoyo de los intereses privados. • Recursos nacionales abundantes explotados con altas inversiones y grandes economías de escala (acero, cobre, aceite).
<i>Políticas comerciales y financieras</i>
<ul style="list-style-type: none"> • La abolición de la esclavitud en 1865 incorpora como fuerza laboral a los 10 millones de esclavos traídos durante tres siglos de África. • Escasas trabas feudales al comercio y a la inversión.
<i>Formación del talento humano</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Las universidades se orientan a la investigación pura y aplicada. • Estímulo fuerte a la educación técnica y a la ciencia en los ámbitos federal y estatal a partir de 1776. • Crean los gerentes profesionales denominados por J.K. Galbraith la <i>tecnestructura</i>. • Permea y crece la ideología capitalista.
<i>Nivel meso: sectorial y local. Políticas públicas verticales</i>
<ul style="list-style-type: none"> • La industria crece muy rápidamente (General Motors, General Electric, etc.), e inician internamente la I+D. • Los ferrocarriles, el acero y los automóviles conforman el paradigma tecnológico. • La productividad es dos veces mayor que la de Europa en 1914.

- La ley *antitrust* de Sherman (1890) promueve la competencia e impulsa las fusiones (entre 1894 y 1901 se registran 131 fusiones que absorben a 1 800 empresas de diversos sectores).
- La diversificación de actividades productivas, los eslabonamientos entre ellas y la mayor parte del territorio impulsan el desarrollo industrial.
- Localidades inician una tradición manufacturera a partir de trabajadores y empresarios con habilidades y conocimientos específicos: Rochester (Nueva York) con la empresa Kodak se especializa en material fotográfico; Trenton (Nueva Jersey) en construcción de locomotoras; Bridgeport (Connecticut) en producción de rieles, armas y municiones, herramientas y producción de cobre; Albano (Nueva York) en manufacturas de hierro, producción de maquinaria y planchas para industria naval.

Nivel micro: estrategias empresariales y políticas selectivas a empresas

- Técnicas de producción en masa y en serie (esquema fordista).
- Las empresas crean laboratorios que en muchos casos se transforman en empresas multinacionales (caso laboratorios de Edison).
- Las empresas son intensivas en capital.
- La insuficiencia de las labores manuales induce el desarrollo de maquinaria y técnicas intensivas en capital en empresas como McCormick, Singer y Ford.
- La inmigración directa de europeos impulsa el desarrollo tecnológico y científico.
- Destacan emprendedores en todas las actividades productivas que se ubican en localidades propias e impulsadas por la expansión territorial del país.

Fuente: elaboración propia con base en Freeman y Soete (1997), Ferrer (2000) y Maddison (1997).

El papel de la política pública y las grandes empresas en relación con la educación y la formación científica y técnica fue muy importante en Alemania, que destacaba cultural y científicamente como uno de los países más avanzados pues a partir del Renacimiento estaba ubicado en la frontera del conocimiento. Este país repatrió a científicos destacados (como Hofmann y Von Liebig) para crear laboratorios propios de frontera e institutos politécnicos para la formación de ingenieros, químicos, directivos y técnicos en industrias basadas en la ciencia.

En ambos países imperaba el darwinismo social, que consiste en promover el éxito personal y empresarial, destacando que cada uno tiene lo que merece de acuerdo con sus aptitudes individuales.

En cambio, la política pública relacionada con la inversión extranjera fue más importante en Estados Unidos. El financiamiento provino sobre todo de fuentes internas como la reinversión de utilidades y en menor medida de fuentes externas como el crédito o el mercado de valores (Ferrer, 2000).

En la industrialización del trabajo científico seguida por ambos países, los objetivos científico-técnicos coinciden con los objetivos de la industria y la producción e investigación científicas se miden en términos de su rentabilidad económica. En Alemania, la visión de expandirse territorialmente desde fines del siglo XIX y principios del siglo XX en Europa provoca que el presupuesto militar aumente impulsando a la industria electromecánica y otras ramas manufactureras.

El impulso industrial en Alemania se enmarca en el contexto de un régimen aristocrático y autoritario (similar al de Japón), debido al fracaso de las revoluciones liberales de 1848 y la renuncia de los nuevos poderes económicos y financieros (Ferrer, 2000). En cambio, en Estados Unidos la influencia de la Ilustración y la propia declaración de independencia, a fines del siglo XVIII, conforman a ese país como una nación liberal, abierta, participativa y federal, a pesar del estigma de la esclavitud, que es abolida en el siglo XIX.

La pérdida de liderazgo del Reino Unido frente a Alemania y EU era evidente. En el último cuarto del siglo XIX las seis principales empresas químicas alemanas habían obtenido 948 patentes contra tan sólo 86 registradas por el Reino Unido, y 90% de los colorantes utilizados por el mayor productor de textiles (Reino Unido) era de origen alemán (Ferrer, 1999). En el primer cuarto del siglo XX Alemania exportaba 16% de su producción nacional; 20% de las exportaciones mundiales, y tenía una IED en otros países de 13% de las inversiones extranjeras mundiales (Maddison, 1997). En el caso de Estados Unidos, en 1913 representaban ya 65% de la producción mundial de petróleo, 95% del gas, 56% de cobre, casi 40% de carbón, bauxita y zinc, y era el mayor exportador de productos agropecuarios.

Además, la integración física del espacio y el rápido crecimiento de la población impulsaron la expansión del mercado interno, que fue el destino de más de

95% de la producción industrial de EU. Esto incentiva y facilita la actividad de los emprendedores que surgen en todas las actividades productivas. Prácticamente todos eran de raza blanca, 90% protestantes, 75% de origen anglosajón, y 85% hijos de hombres de negocios o profesionales. Muchos de ellos tenían capacidades inventivas, de negocios y de gestión empresarial.

Entre ellos estaban Edison (electricidad), Rockefeller (petróleo), Carnegie (acero), Swift, Armour y Dorrance (alimentos, creador de la sopa Cambells), J.P. Morgan (banca y finanzas); Vail y Graham Bell (telefonía), Duke (tabaco) y Westinghouse (electrodomésticos).

Estos antecedentes son muy importantes para entender el posicionamiento actual entre países, ya que el proceso de producción científico-técnica en el que surgen las tecnologías de la “era de la información”⁹ a fines del siglo XX se puede entender como parte del desarrollo de los SNI en el que las empresas e instituciones conforman subredes o modalidades del SNI.

Japón y la ex Unión Soviética y la 3a. y 4a. olas de expansión: los contrastes en el siglo XX

En el plano internacional, dos experiencias contrastantes tuvieron repercusiones de gran alcance en la década de los años ochenta: por una parte, el extraordinario éxito tecnológico y económico alcanzado por Japón¹⁰ y el sudeste de Asia y, por la otra, el derrumbe de las economías socialistas de Europa oriental, en especial de la URSS.

En las décadas de los años cincuenta y sesenta el éxito japonés se atribuyó a menudo a la simple imitación, copia e importación de tecnología. Este hecho es

⁹ Se trata, sobre todo, del desarrollo de nuevos materiales, la biotecnología, la microelectrónica y la incorporación de la información al proceso productivo como producto y/o como componente.

¹⁰ Uno de los rasgos que explican que Japón haya preservado por siglos su tradición cultural y la organización social y política es su relativo aislamiento del mundo occidental. Hasta 1853, los EU empujan la apertura y vinculación con el resto del mundo, a partir de la petición de apertura de sus puertos al reabastecimiento a los barcos mercantes de EU, que se expandía extracontinentalmente.

Tabla 3. Características y diferencias entre los sistemas nacionales de innovación de Japón y de la ex Unión Soviética (a partir de la Segunda Guerra Mundial)

<i>4a. ola de expansión impulsada por la producción en masa, 5a. ola de expansión impulsada por la electrónica, los nuevos materiales, biotecnología, tecnologías de la información y el espacio</i>		
<i>Nivel macro: institucional, regulatorio y de políticas públicas horizontales</i>		
<i>Rasgos del SNI</i>	<i>Japón</i>	<i>Unión Soviética</i>
Incentivos para innovar	Fuertes en el ámbito empresarial, involucrando tanto a los gerentes como a la fuerza laboral.	Algunos en las décadas de los años sesenta y setenta que crearon a su vez desincentivos en los gerentes y la fuerza laboral.
Importancia de los sectores espaciales y militares Gasto en IyD/PIB	Muy baja proporción de IyD espacial y militar (menos de 2% del gasto total de IyD). Alto (2.5%).	Extremadamente alta proporción de IyD espacial y militar (más de 70% del gasto total en IyD). Muy alto (4%).
<i>Nivel meso: sectorial y local. Políticas públicas verticales</i>		
<i>Relación usuario-proveedor</i>	<i>Fuertes vínculos</i>	<i>Vínculos débiles o inexistentes</i>
Competencia internacional	Intensas experiencias en mercados internacionales.	Nula experiencia excepto en la carrera armamentista.
<i>Nivel micro: estrategias empresariales y políticas selectivas a empresas</i>		
Papel de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> Alta proporción (aproximadamente dos tercios de IyD privado en el total). Esquemas intensivos y flexibles de producción (modelo toyotista o posmoderno) 	<ul style="list-style-type: none"> Baja proporción (menos de 10% de IyD privado en el total). Esquemas extensivos y rígidos de producción, que está altamente centralizada y planificada por el Estado.
Redes institucionales	Fuerte interacción en el ámbito empresarial Impulso del MITI.	Poca o nula interacción y débiles vínculos institucionales.

Fuente: elaboración propia con base en Freeman y Soete (1997), Ferrer (2000) y Maddison (1997).

evidente en el enorme déficit en las transacciones por licencias de importaciones y exportaciones de tecnología de los conocimientos técnicos, en contraste con el alto superávit de Estados Unidos (Freeman y Soete, 1997).

Sin embargo, aun cuando los productos y los procesos japoneses comenzaron a superar a los productos y procesos de Estados Unidos y de Europa en varias industrias, la explicación del déficit tecnológico no fue adecuada, ya que la importación de tecnología continuó siendo importante.

Otras explicaciones se atribuyen a la IyD industrial japonesa en relación con el gasto civil total en la industria, que incluso sobrepasaba el de Estados Unidos en los años setenta y ochenta. La actuación de los japoneses se explica en términos de la intensidad de la IyD (Patel y Pavitt, 1991; y Freeman, 1987).

Estas medidas de investigación y de actividad inventiva indicaban el aumento de las actividades científicas y tecnológicas japonesas, pero no explicaban cómo estas actividades produjeron mayor calidad de productos y de procesos nuevos ni en qué intensidad se difundía el conocimiento (Womack *et al.*, 1990).

Por otro lado, los ejemplos de la ex Unión Soviética y de los países de Europa del Este mostraron que los mayores recursos destinados a IyD no garantizan aumentos acertados de la innovación, de la difusión y de la productividad.

Estos hechos mostraron que los factores cualitativos que afectaban al SNI tenían que ser considerados junto con los indicadores puramente cuantitativos.

El contraste más llamativo entre el SNI de Japón y el de la Unión Soviética fue la consolidación de la IyD soviética a las aplicaciones militares y del espacio, con poco efecto directo e indirecto en la economía civil (tabla 3).

La carrera armamentista hizo que la ex Unión Soviética destinara cerca de 75% de sus recursos en IyD en los sectores de defensa y del espacio. El SNI soviético creció apoyándose en los institutos de investigación del sistema de la academia (para la investigación fundamental), separados por cada sector industrial (las organizaciones) para la investigación y el desarrollo aplicados y también separados según el diseño de la planta y la importación de la tecnología del diseño del proyecto (Freeman y Soete, 1997).

La integración de la IyD, la producción y las importaciones de tecnología en el ámbito de la empresa era la característica más importante del SNI japonés. En cambio, en la ex Unión Soviética esta integración era muy débil, excepto en la industria aeronáutica y otros sectores de defensa. También la relación “usuario-

productor”, que era importante en Japón y en la mayoría de los otros PD, era muy débil o casi inexistente en muchas áreas en la ex Unión Soviética (Takeuchi y Nonaka, 1986; y Freeman, 1987).

Entre las características comunes de ambos SNI están las altas tasas de crecimiento económico en los años cincuenta y sesenta, los importantes sistemas educativos y el énfasis en la ciencia y la tecnología con una perspectiva de largo plazo. En particular, en el caso japonés, la visión de largo plazo se generó mediante un proceso interactivo entre la política pública, dirigida por el Ministerio de Industria y Tecnología (MIT), y otras organizaciones del gobierno, la industria y las universidades. En la ex Unión Soviética, el proceso fue más estricto y estuvo dominado por los requerimientos especiales y militares definidos centralmente por el Estado (Freeman y Soete, 1997).

En síntesis, los SNI difieren dependiendo de aspectos cuantitativos (gastos en I+D), así como de aspectos cualitativos (el tipo de instituciones y los vínculos entre los agentes) de cada país. Este análisis aplicado a otros países no líderes pudiera explicar, de alguna manera, la brecha tecnológica entre un pequeño grupo de PD y el resto de los PED.

Conclusiones

En este documento se ha presentado un esquema que abarcó una revisión conceptual, teórica e histórica de los SNI. En estos SNI, las diferentes formas de cooperación y competencia a lo largo de los últimos dos siglos entre instituciones y organizaciones públicas y privadas han sido determinantes para impulsar el proceso de transferencia tecnológica y, por tanto, las posibilidades para innovar.

El reconocimiento, entendimiento y análisis de la evolución de los SNI a partir de los paradigmas tecnológicos imperantes en un tiempo dado, es útil para comprender la dinámica competitiva mundial actual, y en su caso para aprender de los SNI competitivos.

La breve revisión histórica de algunos SNI de los países que lideraban o han definido el rumbo del paradigma tecnológico mostró la importancia de utilizar a los SNI como instrumentos de análisis de la dinámica competitiva mundial. Estas experiencias señalan que en los SNI se crean o desarrollan innovaciones tec-

nológicas mediante mecanismos en los que se comparten habilidades y conocimientos útiles para posicionarse favorablemente en el mercado internacional.

En los SNI se generan procesos mediante los cuales las empresas acumulan conocimiento técnico, *know-how*, y la experiencia relevante para la planeación, construcción, operación, adaptación y mejoramiento de los procesos de producción. Es decir, se crean mecanismos y procesos a través de los cuales se efectúa el progreso tecnológico y se posibilita la creación de innovaciones tecnológicas.

El proceso acumulativo puede generar innovaciones. Sin embargo, no siempre esta acumulación se presenta automáticamente, ya que depende de mecanismos de selección económicos (demanda de mercado y rentabilidad esperada) e institucionales (estrategia productiva de la empresa, disponibilidad de recursos, capacidad gerencial y clima laboral). En este proceso, las empresas pueden o no acumular capacidades tecnológicas.

Las condiciones y características, como los rasgos a nivel macro (institucionales), meso (políticas públicas y características del sector) y micro (estrategias de las empresas y organizaciones) de los SNI son importantes para conocer los resultados competitivos internacionales.

La colaboración entre los diversos actores (público, privado y otros) reflejada en los SNI analizados son determinantes para permanecer en los mercados. Por ello la cercanía y conocimiento de las necesidades del mercado, ya resaltadas desde hace dos siglos, permanecen aunque bajo nuevas reglas y nuevas formas y han sido determinantes para mejorar los productos, procesos y técnicas productivas y organizacionales.

Las características de los SNI de y entre países redefinen y modifican constantemente el liderazgo mundial. Estos SNI se conformaron como parte de la dinámica inventiva e innovadora, que desde la Revolución Industrial marcó un parteaguas en el desarrollo científico y tecnológico. El papel del ambiente de redes institucionales (las políticas públicas) ha sido relevante en la conformación del SNI del país que impulsa el paradigma tecnológico y, por tanto, la posición de liderazgo competitivo. Por ejemplo, debido en gran medida a su capacidad inventiva, Gran Bretaña desarrolló un SNI especializado en crear nuevos productos y procesos, que contribuyó en gran medida para que fuera el país líder mundial en los siglos XVII y XVIII.

Posteriormente, los países con un SNI innovador (Estados Unidos, Alemania a fines del siglo XIX y XX, y Japón a fines del siglo XX) sustituyeron a Gran Bretaña en su liderazgo. Otros casos de SI destacados resaltan la fortaleza y el liderazgo militar y productivo (ex Unión Soviética).

El rol de la política pública ha sido facilitar o regular los mercados y, por consiguiente, los mecanismos mediante los cuales se crean y difunden las innovaciones tecnológicas.

Estas experiencias nos enseñan que la política pública es importante para configurar y articular las cadenas productivas, los mercados, la inversión y la tecnología. Esta articulación induce, fomenta y genera innovaciones tecnológicas que contribuyen al mejoramiento de la competitividad internacional de los países.

La definición de esquemas de análisis más reales del fenómeno tecnológico y de los SNI es importante para contribuir al diseño y evaluación de políticas públicas efectivas, más allá de consideraciones reduccionistas que consideran a la tecnología como dada. En este sentido el papel de la política pública es determinante para definir el rubro e intensidad de las redes y vinculaciones que se presentan en los SI, sobre todo a escala nacional. Por tanto, la experiencia de la evolución de los SNI es relevante para contribuir, en el debate actual, acerca de cómo definir una política pública efectiva que genere mayores niveles de crecimiento apoyados en un éxito innovador.

Es necesario resaltar que los esfuerzos para innovar no son simples ni se presentan comúnmente en el corto plazo. Por tanto, la política pública debe estar bien definida y orientada de acuerdo con prioridades y potencialidades del propio país.

Bibliografía

- Abramovitz, M. (1989), *Thinking About Growth- and other Essays on Economic Growth and Welfare*, Cambridge University Press.
- Andersen, E. (1997), "Introduction. Part II. Innovation System: Evolutionary Perspective", en Ch. Edquist (ed.), *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*, Londres y Washington, Pinter.

- Arrow, M. (1962), "The economic implications of learning by doing", en *Review of Economic Studies*, núm. 29, pp. 155-173.
- Bell, M. y K. Pavitt (1993), "Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries", en *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, núm. 2, pp. 157-269.
- Carlsson, B. y S. Jacobsson (1993), "Technological systems and economic performance: the diffusion of factory automation in Sweden", en D. Foray y Ch. Freeman (eds.), *Technology and the Wealth of Nations*, Londres, Pinter.
- Castells, M. (1992), *Las tecnópolis del mundo. La formación de los complejos industriales del siglo XXI*, España, Alianza Editorial.
- CEPAL (1995), "Indicadores de competitividad y productividad. Revisión analítica y propuesta sobre su utilización", en *Desarrollo productivo*, núm. 27, Colombia, Santiago de Chile, Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Cimoli, M. y M. Della Giusta (1997), "The nature of technological change and its main implications on national and local systems of innovation", mimeo, University of Venice 'Ca' Foscari'.
- Cooper, Ch. (1991), "Are innovation studies on industrialized economies relevant to technology policy in developing countries?", en *UNU/INTECH Working Paper* núm. 3.
- Chesnais, F. (1988), "Multinational enterprises and the international diffusion of technology", en G. Dosi, Ch. Freeman, R. Nelson, Silverberg y L. Soete (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter Publisher.
- Dosi, G. (1982), "Technological Paradigms", *Research Policy*.
- Ch. Freeman, R. Nelson, Silverberg y L. Soete (1988), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter Publisher.
- K. Pavitt y L. Soete (1990), *The Economics of Technical Change and International Trade*, Londres, Harvester Wheatsheaf.
- Edquist, Ch. (1997), "Systems of innovation approaches-their emergence and characteristics", en Ch. Edquist (ed.), *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*, Londres y Washington, Pinter.
- Ferrer, A. (2000), *Historia de la globalización*, II, Argentina, FCE.
- Freeman, Ch. (1974), *The Economics of Industrial Innovation*, Inglaterra, Harmondsworth, Middlesex, Penguin Books Ltd.

- Freeman, Ch. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres, Pinter.
- (1995), “The National System of Innovation. In historical perspective”, en *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1).
- y L. Soete (1997), “The Economics of Industrial Innovation”, 3a. ed., Inglaterra, Harmondsworth, Middlesex, Penguin Books Ltd.
- Hirschman, A. (1958), *La estrategia del desarrollo económico*, México, FCE, 1961.
- Hobday, M. (1995), *Innovation in East Asia: The Challenge to Japan*, Londres, Edward Elgar.
- Jasso, J. (1999), “Los sistemas de innovación como mecanismos de innovación y de transferencia tecnológica”, DAP 76, CIDE.
- (1998), “De los sistemas nacionales a los supranacionales y subnacionales de innovación: propuesta analítica y conceptual”, *Revista de Economía y Empresa*, vol. XII (2a. época), Barcelona, ISSN:0213-2834.
- Katz, J. (1989), “La teoría del cambio tecnológico y su adecuación al caso de los países de industrialización tardía”, en *Estudios e informes de la CEPAL*, LC/G.1493, noviembre.
- (1994), “Tecnología e industrialización tardía”, en J. Salomon, F. Sagasti y C. Sachs (comps.), “Una búsqueda incierta. Ciencia, tecnología y desarrollo”, *Lecturas del Trimestre Económico*, núm. 82, Japón-México, Universidad de las Naciones Unidas, CIDE, FCE, 1996.
- (1998), “Aprendizaje tecnológico. Ayer y hoy”, en *Revista de la CEPAL*, núm. extraordinario, Santiago de Chile, octubre.
- List, F. (1841), *Sistema nacional de economía política*, México, FCE, 1997.
- Lundvall, B. (ed.) (1992), *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter.
- Maddison, A. (1997), *La economía mundial, 1820-1992. Análisis y estadísticas. Perspectivas*, París, OECD
- Nadvi, K. y H. Schmitz (1994), “Industrial Cluster in Less Developed Countries: review of experiences and research agenda”, *Discussion paper 339*, Brighton, Institute of Development Studies-Sussex.
- Nelson, R. (ed.) (1993), *National Systems of Innovation: A Comparative Study*, Oxford, Oxford University Press.
- Nelson R. y G. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, HUP.

- OECD (1994), *Main Sciences and Technology Indicators*, París.
- Palmowski J. (1998), *Historia Universal del siglo XX*, Madrid, Oxford University Press-Complutense.
- Patel, P. y K. Pavitt (1991), "Large firms in the production of the world's technology: an important case of non-globalisation", *Journal of International Business Studies*, vol.22, pp. 1-21.
- Pérez, C. (2002), *Technological Revolutions and Financial Capital. The dynamics of bubble and golden ages*, Londres, Edward Elgar Publishing.
- Porter, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Londres, MacMillan.
- Prais, S. (1981) "Vocational qualifications of the labour force in Britain and Germany", *National Institute Economic Review*, núm. 98, pp. 47-59.
- Rath, A. (1990), "Science, technology, and policy in the periphery: A perspective from the centre", en *World Development*, 18 (11), 1429-1443.
- Reich, R. (1991), *El trabajo de las naciones. Hacia el capitalismo del siglo XXI*, Argentina, Vergara.
- Romer, P. (1990), "Endogenous technical change", en *Journal of Political Economy*, 98(5).
- Schumpeter, J. (1942), *Capitalismo, socialismo y democracia*, México, Ediciones Aguilar, 1963.
- Stumpo, G. (1996), "Encadenamientos, articulaciones y procesos de desarrollo industrial", *Desarrollo productivo*, núm. 36, Santiago de Chile, CEPAL.
- Takeuchi, H. e I. Nonaka (1986), "The new product development game", en *Harvard Business Review*, enero-febrero, pp. 285-305.
- Unger, K. (coord.) (1994), *Ajuste estructural y estrategias empresariales en México. Los casos de las industrias de petroquímica y de máquinas-herramienta*, México, CIDE.
- Womak et al. (1990), *The Machine that Changed the World*, Nueva York, Rawson Associates.

3

Políticas tecnológicas para las micro, pequeñas y medianas empresas en México. La acumulación de capacidades

*Ismael Núñez Ramírez**

Los programas tecnológicos de apoyo

Los programas e instrumentos utilizados en los distintos países para alentar la competitividad y la innovación en las MIPYMES (micro, pequeñas y medianas empresas) son muy parecidos.¹ Sin embargo, en los países desarrollados dos características distinguen su aplicación. En primer lugar, los montos son más elevados, y en segundo lugar tienen un horizonte temporal de aplicación más largo. Tales características sin duda ofrecen mayor certidumbre a las empresas para involucrarse en proyectos de mejora competitiva, cambio tecnológico e innovación.

* Técnico académico del Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, ismaeln@servidor.unam.mx

¹ Como ejemplos pueden consultarse Nacional Financiera (1995) que describe instrumentos y programas utilizados en Argentina, Brasil, Chile, España, Francia, Japón y México. También Solleiro y Castañón (1998) donde se comparan los utilizados en la zona del TLCAN; y OCDE (1999) que presenta una tipología de buenas políticas prácticas por aplicar.

Pero, aun teniendo en cuenta el decisivo papel que desempeñan tales características, cabría esperar que los resultados de los programas en una economía como la mexicana fueran, por lo menos, acordes al número de MIPYMES (2 835 797). Hasta ahora, el conjunto de instrumentos y programas dedicados a este segmento de empresas no ha dado los mejores resultados. Por ejemplo, sólo participan con 6.6% de las exportaciones; su inversión bruta de capital explica menos de la mitad del total: el 44%, y en el valor agregado manufacturero aportan menos que el reducido grupo de grandes empresas.

Desde hace tiempo los programas gubernamentales han creado instrumentos, esquemas y fondos para impulsar la competitividad en el importante segmento de MIPYMES.² Actualmente los esfuerzos continúan. El Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006 de la Secretaría de Economía se ha impuesto la transformación de las MIPYMES en “organizaciones competitivas, desarrollando en ellas las capacidades necesarias para su participación en los mercados nacionales e internacionales”. Con la finalidad de consolidar sus habilidades laborales y empresariales se han establecido seis grandes estrategias que comprenden los más diversos puntos sobre los que hay que incidir para mejorar la competitividad: el entorno competitivo, el acceso al financiamiento, la formación empresarial, innovación y desarrollo tecnológico, articulación e integración regional y sectorial; y fortalecimiento de mercados. Cada una de estas estrategias contiene líneas de acción que, a su vez, incluyen los propósitos por conseguir y los instrumentos por poner en práctica.

En el caso de la estrategia dedicada a la tecnología, “vinculación al desarrollo y la innovación tecnológica”, se afirma que está dirigida a fomentar la cultura de la tecnología “promoviendo en las MIPYMES la gestión, la innovación y la modernización tecnológica”. Para conseguirlo, se establecen cinco líneas de acción, mismas que ejemplifican la variedad de propósitos y de instrumentos comúnmente utilizados para mejorar el desempeño tecnológico empresarial, como se observa en el cuadro 1.

² Representan 99.7% del conjunto empresarial, generan 42% del PIB y dan trabajo a 64% de la población. En el comercio representan 99.8% de los establecimientos y 99.6% en los servicios y en la industria (INEGI, Censos Económicos 1999).

Cuadro 1. Estrategia: vinculación al desarrollo y la innovación tecnológica

<i>Líneas de acción</i>	<i>Propósitos</i>	<i>Instrumentos</i>
1. Modernización y fortalecimiento tecnológico de las MIPYMES.	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar el acceso a la actualización e innovación tecnológicas de las MIPYMES. • Orientar hacia estándares de calidad y productividad que demanda la competencia internacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Centros de consultoría y asesoría para la productividad y la tecnología. • Foros tecnológicos para intercambio de experiencias entre empresas y centros de educación superior. • Extensionismo industrial. • Fondos concurrentes para formar recursos humanos específicos.
2. Desarrollo e innovación tecnológica.	<ul style="list-style-type: none"> • Vincular empresa-centros de investigación. • Fomentar la I+D. • Fondos para promover actividades científicas y tecnológicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consorcios empresariales con centros de investigación. • Estancias de empresarios en centros de investigación y a la inversa. • Incentivos fiscales para la I+D. • Fondos sectoriales en las secretarías y mixtos con los estados. • Promover la adopción de tecnologías agrícolas.
3. Transferencia de tecnología a través de esquemas de subcontratación industrial.	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la transferencia de tecnología de las grandes empresas hacia las MIPYMES. 	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios de soporte para que las MIPYMES adopten procesos productivos y tecnológicos y convertirlas en proveedoras de empresas grandes.
4. Promoción de una cultura tecnológica empresarial.	<ul style="list-style-type: none"> • Difusión para promover el concepto de tecnología en el sector empresarial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de difusión en el sector empresarial. • Difundir casos de éxito y de mejores prácticas.
5. Fomento a los esquemas de normatividad nacional e internacionales.	<ul style="list-style-type: none"> • Promover esquemas de certificación de la calidad y de normalización para aumentar la calidad de los procesos y los productos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación y asistencia técnica para cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas. • Fomentar la participación de instituciones de educación superior en actividades de normalización. • Fortalecimiento de la asistencia técnica en calibración, medición y metrología.

Fuente: Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006, Secretaría de Economía.

Cabe señalar que estos programas gubernamentales dirigidos a elevar la competitividad mediante el cambio tecnológico y la innovación ya no sólo intentan apoyar a las empresas en aspectos tradicionales como la capacitación y la investigación científica y tecnológica, sino que intentan adoptar el papel de impulsores de los diversos agentes y actores del sistema para facilitar su articulación.

Pero a pesar de los intentos, la competitividad de México no muestra mejora. De acuerdo con el *World Competitiveness Yearbook* ocupamos el lugar 41 en competitividad; el Foro Económico Mundial ubica la competitividad financiera del país por la posición 50 en un universo de 60 economías; y el Conacyt informa que sólo 3 337 empresas cuentan con sistemas de calidad ISO 9000 y que menos de 300 realizan algún tipo de investigación y desarrollo.³

Como se sabe, las deficiencias tecnológicas y de competitividad no son nuevas. Diversos análisis gubernamentales y de especialistas sobre las MIPYMES han venido destacando problemas como los siguientes: altos costos de las materias primas, baja eficiencia de la mano de obra directa, obsolescencia en maquinaria y equipo, mayoritaria utilización de tecnologías maduras y muy maduras. También se ha insistido en la marginación respecto a los apoyos tecnológicos institucionales; que más de 60% afirma requerir asistencia técnica en producción y control de la calidad; que cerca de 70% de las ventas provienen de productos y procesos maduros; que para el diseño de productos sólo 50% toma opinión de los clientes y la mayoría lo hace de manera reactiva; que cuando hay una estrategia tecnológica, ésta se define de modo informal y muy pocas veces atendiendo a objetivos globales de la empresa. (Secofi, Programa para la Modernización y Desarrollo de la Industria micro, pequeña y mediana 1991-1994; Nacional Financiera, 1995; Centro de Estudios Industriales-Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, 1992; Nafin-INEGI, 1993; C. Ruiz y M. Kagami, 1993; Solleiro *et al.*, 1997; Solleiro y Castañón, 1998; García, 1987; Olivera, 1997).

Dada la persistencia de los problemas, es pertinente preguntarse: ¿por qué en México el esfuerzo de los instrumentos y los programas tecnológicos y de innovación no producen mejores resultados?

³ Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006, Conacyt.

Los apoyos a la innovación

En México los programas e instrumentos se han dirigido a apoyar la creación de productos tecnológicamente nuevos y eventualmente a introducir nuevas formas de organización de la producción; esto ha significado, en términos generales, apoyar el desarrollo de nuevos productos y la implantación de nuevos procesos. Tales tipos de apoyos pasan por alto que las características de la innovación y del comportamiento tecnológico de las empresas de países de menor desarrollo, como México, presentan diferencias respecto de los países tecnológicamente líderes. (J. Aboites, 1992; K. Unger, 1994; I. Núñez, 1996; L. Domínguez y F. Brown, 1998; I. Portos, 1999; A. García, 2000).

1. Su participación es mucho menor en las actividades de investigación y desarrollo (IyD).
2. Dentro de los rubros correspondientes a IyD, la investigación básica presenta un dinamismo mucho menor que las actividades de desarrollo.
3. Dan mayor peso relativo a otras actividades de innovación, particularmente cambio organizacional, reorganización administrativa y comercialización de nuevos productos. Esto indica la preponderancia de estrategias de carácter defensivo.
4. Prefieren el abastecimiento internacional de conocimiento tecnológico debido a su urgencia por lograr ventajas inmediatas, evitando así tener que esperar a la maduración de esfuerzos tecnológicos endógenos.
5. La debilidad en IyD está relacionada con el tamaño medio de las firmas locales, que es inferior a los estándares internacionales, lo cual dificulta la absorción de los costos fijos vinculados a los esfuerzos de IyD.
6. Las empresas transnacionales radicadas en México siguen pautas proporcionadas por la matriz, tanto en materia de productos como de procesos, lo cual dificulta encadenamientos tecnológicos hacia el amplio conjunto de las MIPyMES.

Con estas características en el cambio tecnológico, se infiere que la empresa mexicana no está interesada propiamente en la innovación. Por tanto, los programas tienden a fortalecer un escenario en el que los instrumentos de apoyo a

empresas que emprenden innovaciones solamente alcanzan al pequeño número que están capacitadas para hacerlo. El abanico de políticas parece estar soslayando el hecho, sobradamente conocido, de que arribar a la producción de innovaciones que se traduzcan en utilidades constituye una de las últimas fases de un conjunto de esfuerzos organizativos, administrativos y técnicos previos, que sólo al final resultan en el *expertise* necesario para llegar a ser una empresa innovadora.

En otras palabras, en el conjunto de apoyos tecnológicos no aparecen con fuerza los pasos tecnológicos que las MIPYMES están privilegiando, como son el cambio organizacional, la introducción de nuevos procesos administrativos y nuevos procesos de comercialización. Tampoco aparecen instrumentos dedicados a apoyar el vínculo tecnológico con los proveedores de insumos,⁴ ya que los apoyos se enmarcan solamente en la calidad para abastecer y relacionarse con las grandes empresas clientes.

Las ausencias y omisiones en las políticas se explican, por una parte, por la idea subyacente de que se pueden hacer cambios tecnológicos sin tocar los sistemas organizativos, estratégicos y gerenciales de la empresa. Desafortunadamente, para el universo empresarial tal idea de cambios en una sola esfera de la empresa ha dejado de tener validez en los mercados actuales. Por otra parte, hay problemas institucionales al dejar los aspectos organizativos, estratégicos y gerenciales para la atención de programas sectoriales industriales, agropecuarios y de servicios que no guardan íntima relación con las instituciones y programas tecnológicos.⁵ En efecto, si no se manejan los cambios tecnológicos de manera integrada con las demás áreas empresariales, el fracaso del proceso de innovación es muy probable.

⁴Las micro y pequeñas empresas invierten la mayor parte de las ganancias en compra de materias primas, dejando en segundo término la adquisición de maquinaria (Centro de Estudios Industriales-Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, 1992, *op. cit.*).

⁵En otros programas y en otras entidades institucionales existen programas de apoyo a competencias empresariales dirigidos a aumentar la productividad, pero no orientados específicamente a lograr cambio tecnológico.

Los instrumentos dedicados a apoyar la innovación en las MIPYMES están dejando de lado el apoyo a las actividades que permiten acumular capacidades tecnológicas. No se está creando el contexto y las condiciones adecuadas para el aprendizaje y la innovación en las empresas.

El ingreso de personal de alta calificación, la capacitación en el área de producción, así como los apoyos para la educación formal del personal operativo tampoco son objeto de atención especial y deberían serlo.⁶ Sobre todo ahora porque, además de la competencia en productos, hay una intensa competencia en el desarrollo de habilidades y conocimientos críticos que permiten innovar a partir de cualquier área de posible valor futuro.

Otros aspectos que no están privilegiados son el uso de equipos para la automatización de la producción (incluyendo las computadoras, que en las MIPYMES por lo general sólo se usan en tareas administrativas de baja complejidad); el apoyo real para la implantación de una estrategia tecnológica y para nuevos diseños en los productos. La certificación de la calidad sí está considerada, pero no así la posibilidad de apoyar esquemas y actividades para su internalización en la empresa, que es un método eficaz de promover el aprendizaje tecnológico. (Peón, Pérez y Vázquez, 2003).

Los programas de aliento a la innovación parten de la premisa de que el conjunto empresarial cuenta con capacidades tecnológicas ya formadas que les permiten emprender innovaciones. Esto es incorrecto; si bien en nuestro contexto importa apoyar la innovación en sentido estricto, resulta crucial atender las actividades encaminadas al mejoramiento del acervo tecnológico. Las políticas que apoyan la innovación de productos y de procesos son útiles, sin duda, pero incompletas porque su eficacia es mayor en aquellos contextos empresariales que ya tienen una sólida historia de aprendizaje tecnológico y han desarrollado el hábito de la innovación. (Amsdem, 1989).

⁶ Además, las propias MIPYMES juzgan poco importante la capacitación en el área de producción; sólo para 14% de las pequeñas y para 19% de las medianas es importante. Privilegian más aquella para asuntos contables ofrecida por despachos (Centro de Estudios Industriales..., *op. cit.*).

Apoyos a la actualización y la transferencia

De otra parte, los programas e instrumentos están dirigidos a alentar la actualización y la transferencia de tecnologías. En este caso, para las pocas MIPYMES que están asociadas con empresas grandes tales instrumentos resultan eficaces porque alientan el desarrollo de competencias sobre una ruta tecnológica ya definida por el socio grande. Sin embargo, para la mayoría, la actualización y la transferencia tecnológicas resultan generalmente en una solución estática, que no repercute en la acumulación de capacidades tecnológicas dinámicas ni provoca su diferenciación competitiva.

En efecto, los apoyos para la actualización y transferencia de tecnología se han venido utilizando desde hace mucho tiempo para aumentar la productividad. De hecho, en México, durante el modelo sustitutivo de importaciones ésta fue la vía privilegiada. La incorporación de cambio técnico se conseguía mediante la compra de bienes de capital, de productos tecnológicos, de *know how* y, en menor grado, por la actividad innovadora interna. Esto dio mejores resultados en el pasado porque el ambiente tecnológico lo permitía. El conocimiento tecnológico no estaba tan protegido como ahora y acceder a él era de alguna manera más fácil; también porque el tipo de tecnologías electromecánicas prevalecientes hacía que el proceso de asimilación y aprendizaje provocara menos dificultades una vez superada la etapa de adopción y adaptación. Además, la capacitación organizacional y laboral requería más aprendizaje y capacidades para la operación y el mantenimiento, y menos para la innovación; la retención de ganancias de la introducción de nuevas tecnologías era segura gracias a la existencia de mercados cerrados. También se tuvieron mejores resultados porque las exportaciones, al salir mayoritariamente de los países de origen, volvían central la estrategia basada en incrementar el volumen productivo más que la innovación; los competidores eran claramente identificables y su competitividad se basaba en su poderío productivo y su cuota de mercado. Finalmente, porque la rentabilidad de las técnicas introducidas podía sostenerse por más tiempo debido a que el ciclo de vida de los productos era más largo, lo cual producía que la competitividad no se basara agudamente en la innovación. (Núñez, 2002).

Actualmente para la empresa es más difícil conseguir tecnología afuera, sobre todo para algunos sectores de avanzada. Pero, aunque ésta se pudiera conseguir, la actualización acompañada de una buena asimilación operativa no representa la solución completa, aunque se logren aumentos de productividad. Ahora los mercados ya no están protegidos y nadie garantiza que los productos se puedan vender, porque inclusive el propio vendedor de tecnología suele estar compitiendo en el propio mercado nacional o regional con productos mejorados. Hoy los apoyos para la actualización deben rebasar las metas de una capacitación inicial y de una operación eficiente de la tecnología. Deben tender hacia una asimilación avanzada en la que las empresas sean capaces de estudiar sistemáticamente los principios científicos y técnicos de la tecnología que están asimilando, y desarrollar mejoras o adaptaciones sustantivas y experimentaciones. En el actual contexto competitivo y tecnológico los apoyos a la actualización deben ser más complejos con el fin de evitar que las empresas se estanquen en cambios tecnológicos de corto plazo, pero esto no se vincula automáticamente con la I+D, con el monitoreo tecnológico ni con el establecimiento de una estrategia tecnológica que identifique las necesidades críticas para la competitividad sostenible de la empresa.

Continuar utilizando la transferencia y la actualización solamente para metas iniciales de asimilación y de corto plazo conduce a una “dictadura del incrementalismo”, es decir, a la repetición de la actualización tecnológica que impulsa soluciones patrón, imitativas, como si la tecnología fuera estática (Machado, 2001). Esta actualización que finaliza con la reducción de costos o con aumentos en la productividad no implica necesariamente aumentar capacidades tecnológicas que induzcan a la empresa hacia el aprendizaje y a la innovación permanente; las políticas de actualización son insuficientes para lograr que la tecnología se convierta en elemento coadyuvante de una competitividad sostenible.

De lo expuesto hasta aquí se puede afirmar que los apoyos a la innovación se enfocan hacia la punta final del proceso innovativo y los apoyos a la actualización con asimilación operativa, hacia la punta inicial, lo cual excluye a la mayoría de las MIPYMES de la posibilidad de recorrer el largo proceso de aumentar su acervo tecnológico.

Apoyar el desarrollo de capacidades tecnológicas y el aprendizaje

Para salir de esa “dictadura del incrementalismo” es necesario asumir que para innovar se necesita adoptar y aplicar conocimiento generado en otra parte, pero también que la eficacia con que las tecnologías externas son utilizadas depende de los esfuerzos internos para profundizar la plataforma de absorción (Katz, 1974), que no es sino el conjunto de capacidades acumuladas (Lall, 2001).

El proceso de desarrollo de habilidades y conocimientos tecnológicos es de importancia central; por ello es necesario encarar los procesos innovativos teniendo presente la existencia de MIPYMES en distintos niveles de capacidad tecnológica (véase cuadro 2).

Se trata entonces de enfocar los esfuerzos partiendo de desarrollar las capacidades tecnológicas (Dalhman *et al.*, 1987). Los países tecnológicamente líderes como EU, Alemania, Japón y Francia, así como los primeros seguidores (Corea, Taiwan, etc.) no solamente apoyan las últimas fases de la innovación ni tampoco se detienen en la actualización incrementalista; por el contrario, establecen instrumentos y dedican apoyos para todo proceso de cambio tecnológico que conduzca al desarrollo de capacidades tecnológicas en sus MIPYMES.

Tales capacidades tecnológicas, en un sentido amplio, aluden a las rutinas que siguen las empresas para el crecimiento físico de la producción, pero también a la forma de hacer las cosas (capacidades) y a las habilidades para hacerlas. La construcción de capacidad ocurre en todos los niveles: ingeniería de producto o proceso, gestión de la calidad, mantenimiento, control de inventarios, vinculación con otras firmas e instituciones, gestión organizativa y laboral, distribución y mercadeo, diseño, etc. Apoyar ese proceso implica incidir en cuatro tipos de capacidades: de producción, de inversión, de innovación y de eslabonamiento, como se observa en el cuadro 3.

La lista de apoyos, sin ser completa ni mucho menos, reconoce los modos en que las empresas construyen, adquieren y organizan conocimientos, artefactos, capacidades y habilidades de acuerdo con sus competencias. Todas estas actividades constituyen aprendizaje que debe ser contemplado e impulsado por las políticas y presupuestos públicos, con el fin de que la tecnología sirva realmente para que el gran conjunto de MIPYMES eleve su nivel competitivo.

Cuadro 2. Escalera de conjuntos de empresas de acuerdo con su capacidad tecnológica

	<p>Tienen departamento de investigación y desarrollo. Tienen capacidad para absorber y producir tecnología.</p>
	<p><i>Competencia tecnológica.</i> Tienen varios ingenieros y técnicos. También capacidad para intercambiar conocimientos científicos y tecnológicos.</p>
	<p><i>Mínimo de capacidad.</i> Tienen un técnico o ingeniero. Pueden adaptar soluciones empaquetadas. Necesitan ayuda externa de implantación.</p>
	<p><i>Sin capacidad tecnológica.</i> No tienen prácticamente capacidad tecnológica. No perciben necesidad de incorporar tecnología y pueden no tener real necesidad.</p>

Fuente: H.E. Bosch (editor), *Gestión de tecnología*, Argentina, CIRAA, OEA, FONTAR, 2000:149.

Cuadro 3

<i>Tipos de capacidades</i>	<i>Ejemplos de instrumentos</i>
<p><i>De producción</i> Involucra la gestión tecnoproductiva</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asesorías y fondos para aumentar la capacidad, para monitorear y mejorar la operación de las plantas. • Servicios para obtener y emplear información que optimice operaciones, mantenimiento y superación del capital físico. • Servicios para superar estándares de la ingeniería de producción. • Asesorías y fondos para estudios iniciales para comprender el conocimiento implicado en el desarrollo de cierta tecnología comprada.
<p><i>De inversión</i> Se refiere al manejo de proyectos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asesorías para la organización y monitoreo tecnológico de actividades de expansión de la capacidad productiva. • Asesorías en la ingeniería de proyecto (estudios de detalle, ingeniería básica y de detalle que impliquen retos técnicos sobresalientes para la nueva inversión). • Asesorías para la compra de equipos y servicios de especial complicación para la empresa y que impliquen cierto salto técnico. • Créditos y servicios para asimilar personal de alto nivel. Entrenamiento, capacitación y educación formal del personal.
<p><i>De innovación</i> Incluye las actividades de invención, innovación y la mejora de las tecnologías existentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fondos y servicios para comprender principios físicos, químicos o electrónicos implícitos en la tecnología. • Fondos para la búsqueda de mercados derivada de la evolución tecnológica de la empresa. • Fondos y servicios para la difusión e internalización en la empresa de normas técnicas, de calidad y de novedosas formas de organización técnica. • Fondos y asesorías para estudios de factibilidad para usar insumos tecnológicamente más avanzados.

	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría y fondos para estudios de prospectiva tecnológica y de mercados para aprovechar posibles discontinuidades tecnológicas, de mercado y nichos. • Asesorías para nuevas formas de organización o comercialización que impliquen tecnologías superiores. • Fondos y servicios para crear redes tecnológicas asociativas a nivel precompetitivo. • Fondos para microfinanciamientos vigilados para lograr progresiva evolución técnica, bajo promesa de ampliar créditos futuros o bajar los intereses por parte de la entidad crediticia.
<i>Capacidades de eslabonamiento</i> Permiten recibir y transmitir información, experiencia y tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> • Fondos y servicios para proyectos de relacionamiento y desarrollo tecnológico con proveedores de componentes y materias primas, subcontratistas, consultoras, firmas de servicio e instituciones tecnológicas. • Fomentar relaciones bidireccionales encaminadas a compartir conocimientos y colaborar en I+D, capacitación, manufactura, gestión de información y mercadotecnia.

Fuente: elaboración propia sobre la base de L. E. Westphal, Linsu Kim y Carl J. Dahlman, *Learning and Innovation in Economic Development*, Londres, Edward Elgar, 1999:38-92.

Bibliografía

- Aboites, J. (1992), *Trayectorias tecnológicas en la manufactura*, UAM-X, DCSH.
- Amsdem, A. (1989), *Asia's Next Giant. South Korea and Late Industrialization*, Oxford University Press, EU.
- Bosh, H.E. (ed.) (2000), *Gestión de tecnología*, Argentina, CIRAA, OEA, Fontar.
- Centro de Estudios Industriales-Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos (1992), "La tecnología: llave maestra de la competitividad", en *Análisis monográfico mensual*, vol. 2, núm. 3, septiembre, México.
- Conacyt (2001), *Programa especial de ciencia y tecnología 2001-2006*.
- Dalman, C.J., B. Ross-Larson y L.E. Westphal (1987), "Managing technological development: lessons from newly industrializing countries", *World Development*, 15(6), pp. 759-75.
- Domínguez, L. y F. Brown (1998), *Transición hacia tecnologías flexibles y competitividad internacional en la industria mexicana*, México, UNAM, Miguel Ángel Porrúa.
- García, A. (2000), "Notas para un diagnóstico productivo de la región Hidalgo, Puebla y Tlaxcala", en G. Sánchez (coord.), *Las capacidades innovativas en la región*, México, BUAP, SIZA-Conacyt.
- García, S. (1987), "La pequeña y mediana industria. Principales características", *Cuadernos de Trabajo*, núm. 15, México, UAM-X, DCSH.
- INEGI (2001), *Censos económicos 1999*.
- Lall, S. (2001), "What Competitiveness is and Why it is Important", en S. Lall, *Competitiveness, Technology and Skills*, Edward Elgar.
- Machado, F. (2001), "Las políticas industrial y tecnológica: los retos actuales para América Latina", en B. Olmedo y J.L. Solleiro (coords.), *Políticas industriales y tecnológicas para las pequeñas y medianas empresas*, México, DGAPA, IIEC-UNAM y Miguel Ángel Porrúa.
- Nacional Financiera (1995), *Red de apoyos públicos y privados hacia la competitividad de las PYMES*, México.
- Nafin-INEGI (1993), "La micro, pequeña y mediana empresa: principales características", en *Biblioteca de la micro, pequeña y mediana empresa*, vol. 7, México.
- Núñez, I. (1996), "Aprendizaje y capacidades tecnológicas en la industria cervecera en México", en J. L. Solleiro, M. del C. del Valle y E. Moreno

- (coords.), *Posibilidades para el desarrollo tecnológico del campo mexicano*, México, CIT, IIEc, PUAL-UNAM, Cambio XXI.
- Núñez, I. (2002), “Capacidades tecnológicas agroalimentarias de México en el modelo sustitutivo y en el modelo liberalizador”, *Problemas del desarrollo, Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 33, núm. 128, México, UNAM.
- OECD (1999), *Managing National Innovations Systems*, París.
- Olivera, G. (1997), “La pequeña industria en el proceso de reestructuración industrial y desconcentración territorial en el mundo y México”, *Investigación Económica*, vol. LVII, núm. 220, pp. 67-95.
- Peón, J.M., S. Pérez, C.J. Vázquez (2003), “La capacidad de aprendizaje en las empresas españolas. Un análisis empírico”, *Revista electrónica madrid+d*, <http://www.madrimasd.org/revista/aulas.asp?ID=222>
- Portos, I. (1999), “La modernización de la industria textil y de la confección en México”, en M.A. Rivera (coord.), *Reconversión industrial y aprendizaje tecnológico en México*, México, FE-UNAM.
- Ruiz, C. y M. Kagami (1993), *Potencial tecnológico de la micro y pequeña empresa en México*, México, Nafin.
- Secofi, *Programa para la modernización y desarrollo de la industria micro, pequeña y mediana 1991-1994*.
- Secretaría de Economía, *Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006*.
- Solleiro, J.L. et al. (1997), *Una aproximación de política tecnológica para las PYMES frente a la apertura comercial*, SDI, COINTER.
- y R. Castañón (1998), “Política industrial y tecnológica para la PYME en América del Norte”, *Comercio Exterior*, vol. 48, núm. 7, pp. 582-94.
- Unger, K. (1994), *Ajuste estructural y estrategias empresariales en México*, México, CIDE.

4

Los instrumentos de política industrial y la competitividad de las pequeñas y medianas empresas mexicanas del sector de alimentos

*Rosario Castañón Ibarra y José Luis Solleiro**

Introducción

El papel del Estado como promotor de las actividades económicas es indiscutible, aun cuando haya ganado terreno la idea de que el libre mercado es el único agente capaz de regular a los actores económicos. Diversos estudios han mostrado que países como Estados Unidos y Canadá tienen una política industrial activa mediante la cual proporcionan diversos apoyos a sus empresas, particularmente a las pequeñas y medianas; también se han investigado los resultados obtenidos por las empresas a través del acceso a los programas de fomento; este no es el caso de México, donde las investigaciones al respecto son escasas.

* Técnica académica del CCADET, UNAM, rosario@servidor.unam.mx e investigador titular del CCADET, UNAM, solleiro@servidor.unam.mx, respectivamente. En la realización de este trabajo se contó con el apoyo de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, a través del programa PASPA, y del Instituto de Ingeniería, ambas dependencias de la Universidad Nacional Autónoma de México; también se recibió apoyo del Fondo para Estudios Trinacionales de la Región de América del Norte.

El conocimiento del impacto de los instrumentos de política industrial sobre las empresas es una cuestión de vital importancia para los tomadores de decisiones, pues con base en esta información es factible eliminar, corregir y mejorar los apoyos gubernamentales y con ello lograr mayor eficiencia en el gasto destinado a los programas de apoyo empresarial. No obstante, la evaluación de los instrumentos no es una tarea trivial, puesto que se requiere información que es prácticamente imposible obtener, como por ejemplo:

- Evaluación de la empresa en general, previa y posterior al uso de los apoyos gubernamentales.
- Datos históricos del desempeño financiero y contable de la empresa antes y después de los apoyos.
- Información histórica sobre otras áreas de la organización.
- Cuantificación de los apoyos otorgados a las empresas (incluyendo el tiempo de la gestación de los apoyos).
- Presupuesto asignado a cada programa.

Ante esta carencia de datos, deben tomarse otros parámetros que permitan por lo menos tener una idea general de cómo están funcionando los instrumentos de política industrial y a partir de ellos avanzar hacia su perfeccionamiento.

Para el caso de México, el estudio de los impactos de la política industrial en las unidades microeconómicas resulta todavía de mayor importancia dada la apertura comercial indiscriminada que ha hecho el país a partir de 1986, pues las empresas en general y las PyMEs en particular se enfrentan a una competencia internacional más feroz que la de un mercado cerrado.

En este capítulo se presentan los resultados de una investigación en la cual se relaciona la competitividad de pequeñas y medianas empresas del sector de alimentos con los apoyos federales utilizados por ellas durante el periodo 1994-2000. Aunque los elementos considerados para relacionar la competitividad de las empresas con los apoyos federales son cualitativos, éstos permiten tener un panorama general sobre los aspectos que los hacen más funcionales, y a la luz de los resultados se elaboran algunas propuestas de política industrial.

La política industrial

Ante los profundos cambios en el escenario competitivo, resultantes del fenómeno de la globalización, la estructura de las diferentes ramas industriales y la conducta de las empresas que las integran han sufrido repercusiones importantes que están remodelando el mapa de ventajas comparativas y las formas de competencia a nivel internacional, lo cual ha “evidenciado la insuficiencia de las políticas macroeconómicas y planteado, por tanto, la necesidad creciente de intervenciones públicas de carácter microeconómico” (Martín, 1992). Por ello, con diferentes matices e instrumentos, las intervenciones públicas en los procesos de ajuste industrial han proliferado en la mayoría de los países industrializados.

La política industrial no trata de sustituir al mercado como mecanismo de asignación de recursos, sino de complementar las insuficiencias del mismo en lo relativo a sus propiedades de largo plazo.

La discusión sobre la pertinencia de políticas industriales surge porque ésta presenta tres rasgos particulares (Segura, 1992):

- Afecta de manera irreversible las posiciones patrimoniales de importantes grupos de presión económica.
- Se encuentra sometida a las demandas corporativas de los agentes: las empresas solicitan ayudas económicas incondicionales y duraderas; los sindicatos exigen que se garantice el empleo en actividades que carecen de viabilidad económica y los competidores extranjeros demandan libre acceso para sus productos.
- Su puesta en práctica es muy compleja desde el punto de vista técnico, tanto por sus requerimientos de información como por la heterogeneidad de sectores a los que afecta y de instrumentos específicos para su aplicación efectiva.

A pesar de esto, “la realidad demuestra que todos los países hacen política industrial, entendida como uso de recursos públicos para mejorar las condiciones de actuación de las industrias nacionales y que la hacen de forma tanto más

activa cuanto más potente es su propia industria, aunque los instrumentos usados sean diferentes en distintas economías” (Segura, 1992).

Una definición efectiva de política industrial es difícil de formular. Johnson afirma que

...la política industrial supone la iniciación y coordinación de actividades gubernamentales con el objeto de incrementar la productividad y competitividad de la economía en su conjunto, así como de las industrias específicas que la componen. Principalmente, la política industrial positiva supone la orientación hacia un fin, un pensamiento estratégico en la política económica pública (Johnson, 1984).

Así, en su sentido más amplio, la política industrial puede definirse como “la organización de los esfuerzos sociales a favor de la industrialización” (J. González, 1995). Sin embargo, en virtud de que la actividad industrial tiene lugar en un contexto dinámico en el que continuamente cambian las reglas del juego, la política industrial se puede entender, en un nivel más específico, como “un conjunto de medidas destinadas a facilitar el proceso de ajuste de la industria a la evolución del patrón de ventajas competitivas de los países” (Buiges y Sapir, 1993).

Una política industrial explícita es una declaración oficial a nivel gubernamental sobre el tema de la industria: expresa un fin y fija objetivos, define resultados deseados y establece metas cuantitativas. Las políticas contienen también criterios para escoger entre opciones alternativas respecto al comportamiento de funciones y actividades industriales, aportando una orientación para la toma de decisiones.

Desde el punto de vista de la selectividad de la intervención pública, es común observar una distinción entre políticas sectoriales (selectivas) y políticas que se aplican a todos los sectores de la economía (horizontales) (Tyson y Zysman, 1983). La posición predominante es que las políticas deberían ser horizontales, si bien se reconoce que, en ciertas situaciones, resulta recomendable introducir políticas industriales sectoriales. Entre estas últimas resaltan las siguientes: la asignación óptima de recursos públicos en áreas en las que alcanzar una masa crítica mínima es imprescindible para que la acción tenga efecto; la existencia de actividades donde la regulación es imprescindible o la estructu-

ra de mercado y riesgos es peculiar; y las acciones de reconversión para sectores en crisis generalizada. A estas razones podrían sumarse una de índole tecnológico que consiste en impulsar algún sector para aprovechar una dotación especial de factores en una región determinada, y una relacionada con el impulso de cadenas de agregación de valor a partir de alguna materia prima existente en abundancia.

La política industrial, de acuerdo con el nivel de intervención pública, puede dividirse en dos grandes rubros: la neoliberal y la subsidiaria. El cuadro 1 muestra las principales características de cada una de ellas.

La esencia de la política industrial es la utilización de un conjunto heterogéneo de medidas encaminadas a alcanzar un cierto nivel de desarrollo industrial y/o configurar un determinado perfil de industria. Ello conduce necesariamente a la noción de fomento.

Fomentar equivale a promover, estimular, alentar, impulsar, incentivar, a establecer en última instancia diversas condiciones propicias para el logro de un determinado objetivo. El fomento de la industria conlleva la adopción de medidas encaminadas a ofrecer a esta actividad las condiciones adecuadas para su desarrollo y para su continua evolución y adaptación a las cambiantes condiciones de los mercados, de la tecnología y el entorno institucional.

Sin embargo, la política puede convertirse en mera declaración retórica si no se otorgan los medios para llevar a la práctica su efecto potencial. Para esto se necesitan varios elementos que se incluyen en el término *instrumentos de política*. Un instrumento de política es el conjunto de modos y medios utilizados para poner en práctica una política determinada. Constituye el vehículo mediante el cual los que tienen a su cargo la formulación y ejecución de las políticas ejercen su capacidad de influir en las decisiones que toman los demás. Podría también decirse que un instrumento de política es el que intenta motivar a individuos e instituciones para la toma de decisiones con la racionalidad de los objetivos colectivos establecidos por la fuente de poder (Sagasti, 1981).

Cuadro 1. Principales características de la política industrial en función del grado de intervención pública

<i>Política neoliberal</i>	<i>Política subsidiaria</i>
<ul style="list-style-type: none"> • El punto de partida es la “libre competencia”. • Se considera que el gobierno carece de capacidad para corregir las “fallas” presentadas en el esquema de libre mercado. • La función del gobierno debe limitarse a dar un entorno macroeconómico estable y predecible. • La política industrial es pasiva. • Los estímulos fiscales y financieros no son aceptables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se basa en el principio de la “subsidiaridad”. • En la práctica los mercados presentan diversas fallas (por ejemplo, economías de escala, desarticulación de cadenas productivas, etc.) que deben ser corregidas por el gobierno. • Establecimiento de actividades estratégicas para estimularlas a través de incentivos preferenciales. • El papel del gobierno es activo. • Sí se aceptan los subsidios.

Fuente: elaboración propia a partir de diversos textos.

La política industrial en México

En los últimos 15 años, la política industrial de México ha sido fundamentalmente de naturaleza horizontal, con enfoque neoliberal. De hecho, es ampliamente reconocido que, con el argumento de que deben eliminarse los subsidios, se ha venido eliminando la intervención gubernamental para el fomento de las empresas.¹ Con esta orientación, el gobierno se ha ocupado básicamente en “la construcción de la estabilidad macroeconómica, asumiéndose que las únicas condiciones que requieren las empresas son: control de inflación, estabilidad cambiaria, tasas de interés decrecientes, así como un conjunto de normas y disposiciones legales que regulen las operaciones de los establecimientos económicos en el país y garanticen seguridad” (FUNDES México, 2001).

¹ El secretario de Comercio y Fomento Industrial del sexenio 1988-1994 llegó con frecuencia al extremo de afirmar que la mejor política industrial es aquella que no existe.

Este tipo de políticas ha sido poco exitoso. El fracaso ha sido más evidente en el caso del sector manufacturero, el cual se ha caracterizado “por su creciente heterogeneidad, concentración y exclusión. Su incapacidad para generar empleo y su impacto incremental en la cuenta corriente reflejan algunas de las contradicciones del sector” (Dussel, Piore y Ruiz, 1997).

Con base en el enfoque horizontal y neoliberal referido, los instrumentos de política industrial desarrollados en la primera mitad de los noventa en México fueron básicamente de tres tipos (Clavijo, 1994):

- a) *Promocionales*: constituidos por estímulos fiscales, devolución de impuestos de importación para insumos de las industrias exportadoras, crédito preferencial, subsidios, asistencia técnica y compras del sector público.
- b) *De protección*: consistentes en restricciones cuantitativas y en aranceles.
- c) *De regulación*: mediante la reglamentación de la inversión extranjera, la transferencia de tecnología, normas técnicas y controles de precios.

En el cuadro 2 se resumen los instrumentos y programas de política para pequeñas y medianas empresas que existían al finalizar el sexenio de Ernesto Zedillo;² como se observa, se trata de instrumentos horizontales, sin especificidad sectorial. Su efectividad para el fomento de la competitividad de las empresas de alimentos fue el objeto de esta investigación, aunque la percepción generalizada de los usuarios de estos instrumentos (las empresas) es que su funcionamiento es apenas limitado (Senado de la República, 1998; Concamin, 2000). En el propio Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006 se reconoce que “las PyMEs requieren apoyos que atiendan los problemas y necesidades que ya han sido debidamente identificados: capacidad administrativa, desconocimiento de mercados, baja rentabilidad y acceso a financiamiento, entre otros”

² En esta investigación se presentan estos instrumentos de política industrial por ser los que fueron objeto de evaluación en el trabajo de campo realizado con empresas de alimentos. Para

Cuadro 2. Instrumentos federales de política vigentes en México en 1999

<i>Institución</i>	<i>Instrumento</i>	<i>Comentarios</i>
Nacional Financiera	Entidades de fomento (fideicomisos)	
	Arrendamiento	Especialmente de maquinaria para pequeñas empresas. La empresa arrendadora está obligada a adquirir determinados bienes tangibles y otorgar su uso a cambio de una contraprestación.
	PROMYP (Programa para la Micro y Pequeña Empresa)	Esquemas crediticios destinados a satisfacer las necesidades de capital de trabajo, inversión y restructuración de pasivos.
	PROMIN (Programa Único de Financiamiento a la Modernización Industrial)	Oferta crediticia enfocada a la pequeña y mediana empresa para la modernización, desarrollo tecnológico y mejoramiento ambiental.
	PRODEM (Programa de Desarrollo Empresarial)	Se pretende fortalecer el perfil gerencial de pequeños y medianos empresarios. Se han estructurado diversos programas de capacitación.
Secofi	Programas de garantías	Complementa las garantías que requieren los bancos para realizar inversiones en activos fijos y capital de trabajo.
	Ley de Propiedad Industrial	Modificada en 1994, la nueva Ley contempla aspectos novedosos, como el patentamiento de invenciones relacionadas con alimentos, biotecnológicas y farmacia.
	Programa COMPITE	Aplicación de talleres de 4-5 días de duración en las instalaciones de la empresa. Se realizan análisis de las líneas de producción seleccionadas.
	Centros Regionales para la Competitividad Empresarial (CRECE)	Prestación de servicios de consultoría especializada sin costo para la elaboración de diagnósticos de las empresas.
	Programa de Desarrollo de Proveedores	Creado en 1995 con el fin de vincular a las grandes empresas con proveedores nacionales.

	Programa de Promoción del Desarrollo Regional	Apoyar agrupamientos industriales para propiciar la explotación de las potencialidades de las distintas regiones industriales del país.
	Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología (FUNTEC)	Organización creada para impulsar el proceso de sustitución de importaciones mediante el patrocinio y financiamiento de estudios, investigaciones y proyectos en PYMES.
Secretaría del Trabajo y Prevención Social	Calidad Integral y Modernización (CIMO)	Se apoya el desarrollo de personal y la mejora de calidad, productividad y competitividad en las empresas mediante la capacitación, información especializada y consultoría de procesos.
Conacyt	FIDEDEC (Fondo de Investigación y Desarrollo para la Modernización Tecnológica)	Fideicomiso para impulsar la inversión del sector privado en el desarrollo e implementación de proyectos que impliquen características de innovación.
	FORCYTEC (Fondo para el Fortalecimiento de las Capacidades Científicas y Tecnológicas)	Fideicomiso que apoya la creación de centros de investigación y desarrollo dentro de las empresas.
	PREAME (Programa de Enlace Academia Empresa)	Promueve la alianza entre instituciones de educación superior y empresas para la realización conjunta de proyectos.
	PIEBT (Programa de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica)	Se otorga apoyo para el arranque y operación de incubadoras.
Bancomext	Crédito a corto, mediano y largo plazos. Financiamiento integral para desarrollar proyectos de inversión. Sistema de información comercial. Financiamiento de operaciones de capital de riesgo.	Garantías, importación de insumos, tarjeta Exporta, capacitación, promoción y difusión.

Fuente: (1) M. Casale et al. (1995), "Red de apoyos públicos y privados hacia la competitividad de las PyMEs", en *Biblioteca de la micro, pequeña y mediana empresa*, número 9, Nafin, México.

(2) E. Trens (1997), "Instrumentos de fomento a la pequeña y mediana empresa", Informe del proyecto de investigación "Oportunidades de colaboración tecnológica entre las PyMEs de América del Norte bajo el TLCAN", realizado en la UNAM.

(3) K. Unger (1995), "El desarrollo industrial y tecnológico mexicano: estado actual de la integración industrial y tecnológica" en Pablo Mulás (coord.), *Aspectos tecnológicos de la modernización industrial de México*, México, Academia de la Investigación Científica, A.C., Academia Nacional de Ingeniería, A.C., Fondo de Cultura Económica.

Cuadro 3. Estrategias del Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006

<i>Fomento de un entorno competitivo para el desarrollo de las empresas</i>	<i>Acceso al financiamiento</i>	<i>Formación empresarial para la competitividad</i>	<i>Vinculación al desarrollo y la innovación tecnológica</i>	<i>Articulación e integración económica regional y sectorial</i>	<i>Fortalecimiento de mercados</i>
<p>Gestión de acciones de apoyo a las empresas.</p> <p>Coordinación interinstitucional y empresarial.</p> <p>Coordinación con entidades federativas y municipios.</p>	<p>Fomento de una nueva cultura crediticia.</p> <p>Fortalecimiento de los créditos y apoyos de la banca de desarrollo.</p> <p>Constitución y fortalecimiento de fondos de garantía para diversas aplicaciones.</p> <p>Fortalecimiento y constitución de fondos de apoyo a sectores específicos.</p> <p>Fortalecimiento de intermediarios financieros no bancarios.</p> <p>Fomento de la cooperación internacional.</p>	<p>Fomento de una cultura empresarial para la competitividad.</p> <p>Fortalecimiento de la capacitación y formación empresarial.</p> <p>Impulso a la asesoría y consultoría de empresas.</p> <p>Facilitamiento del acceso a la información de las MIPYMES.</p>	<p>Modernización y fortalecimiento tecnológico en las MIPYMES.</p> <p>Desarrollo e innovación tecnológica.</p> <p>Transferencia de tecnología a través de esquemas de subcontratación industrial.</p> <p>Promoción de una cultura tecnológica empresarial.</p> <p>Fomento de esquemas de normalización nacionales e internacionales.</p>	<p>Esquemas de asociación empresarial.</p> <p>Desarrollo de proveedores y distribuidores.</p> <p>Desarrollo regional y sectorial.</p> <p>Impulso a la inversión productiva.</p>	<p>Promoción de negocios en el mercado interno.</p> <p>Consolidación y promoción de oferta exportable.</p>

Fuente: Secretaría de Economía (2001), Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006.

(Secretaría de Economía, 2001). Respecto a este aspecto de la instrumentación de la política industrial, se insiste en que

...resolver el problema de financiamiento para nuevas inversiones, junto con el desarrollo y difusión de tecnologías, exportación de mayor valor agregado tecnológico y promoción de mejores condiciones de desarrollo para las PYMES, es condición fundamental para reestructurar la industria, de acuerdo con los requerimientos de una economía abierta a la competencia internacional (Concamín, 2000).

No es exagerado afirmar que los instrumentos financieros son el eslabón más débil de la política industrial y que de esa forma determinan en gran medida su falta de efectividad.

Como se ha indicado, los instrumentos de política son creados con la finalidad de fomentar la competitividad de las empresas; sin embargo, ésta también dependerá de factores endógenos a la empresa, tales como recursos humanos, capacidad de dirección, tecnología empleada, acuerdos con clientes y proveedores, etc. Y por supuesto de la forma en que dichos factores sean organizados y empleados.

La política industrial del actual gobierno se basa en el Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006, administrado por la Secretaría de Economía. El objetivo central de este programa es generar la competitividad sistémica del país, de empresas, organismos, instituciones e instancias de gobierno. En el programa se declara la prioridad asignada a la promoción del desempeño de las MIPyMEs y se busca la promoción de la constante formación y el desarrollo de la capacidad emprendedora y empresarial del país. En el cuadro 3 se presentan las estrategias del programa.

Como puede observarse, el nuevo Programa de Desarrollo Empresarial busca atender carencias de políticas industriales anteriores, al adoptar la dimensión regional y un enfoque más agresivo en cuanto al financiamiento. Aún es prematuro evaluar la efectividad de este programa, si bien se han identificado problemas de dotación de recursos para las diferentes áreas programáticas, derivados de la falta de crecimiento global de la economía.

Instrumentos de política industrial y la competitividad de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) del sector de alimentos

En 1998, a través de una consulta con micro, pequeños y medianos empresarios, se identificaron los principales problemas asociados a la política industrial que dificultaban el desarrollo económico de este tipo de unidades productivas (Senado de la República, 1998). La problemática se enmarcó en nueve grandes dimensiones: educación, política fiscal, información, programas específicos de fomento, financiamiento, asistencia tecnológica, comercialización, legislación y entorno de las empresas.

Se observó que el número de apoyos empleados era reducido y que eran pocos los que respondían a la problemática planteada por las MIPyMEs. El instrumento de política industrial federal más conocido fue el programa CIMO (Calidad Integral y Modernización), a cargo de la Secretaría del Trabajo; este programa también resultó ser el mejor evaluado, pues respondía a las necesidades de las empresas de manera ágil, oportuna y con un costo accesible. Los programas de la entonces Secretaría de Comercio y Fomento Industrial fueron parcialmente conocidos y escasamente utilizados, en tanto que los programas del Banco de Comercio Exterior y Nacional Financiera habían sido solicitados por numerosas empresas, pero sólo un minúsculo grupo de éstas había accedido a ellos.

Los resultados obtenidos en la consulta sirvieron de base para diseñar un estudio más específico que permitiera conocer la relación entre los instrumentos de política industrial y la competitividad de las pequeñas y medianas empresas; así como la manera en que las organizaciones han accedido a los programas de fomento y en función de estos resultados proponer algunas medidas de política industrial. A continuación se detalla el estudio específico que se realizó.

En la investigación se estudió, empíricamente, la efectividad de los instrumentos de política de apoyo a las PyMEs, mediante un análisis de su impacto en la competitividad de un subsector manufacturero de gran importancia económica y social: el de alimentos.³

³ Durante el periodo 1994-1998 la rama de alimentos contribuyó, en promedio, con 25% del valor agregado bruto; 24.7% de la producción bruta; 17.4% de las remuneraciones de asalariados; y 19.5% del personal ocupado.

Los lineamientos generales establecidos para la realización del estudio específico fueron los siguientes:

- Se incluyeron sólo pequeñas y medianas empresas. El elemento empleado para definir el tamaño fue el número de empleados totales; se decidió tomar este parámetro debido a la factibilidad de contar con esta información.⁴
- Se consideraron sólo empresas de alimentos del sector manufacturero; para identificar los rubros que caen dentro de este sector económico se tomó como base la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP). Esta clasificación incluía rubros que no eran de interés para la investigación, como por ejemplo alimentos preparados para animales y beneficio y fabricación de productos de tabaco, por lo que éstos fueron eliminados; también quedaron fuera del análisis algunas ramas industriales que están constituidas principalmente por micro o grandes empresas. Las ramas económicas incluidas en el trabajo se muestran en la figura 1.⁵
- Geográficamente el estudio se acotó a la Zona Metropolitana de la ciudad de México. Esta decisión se basó en que la concentración de PyMEs manufactureras de alimentos en esta región es muy alta; en 1999 se estimó que la concentración de la industria alimentaria fue de 8.2% y 12.04% para el D.F. y el Estado de México, respectivamente.
- La muestra de empresas estudiadas fue de 29, de una base de 150.

⁴ La clasificación de las empresas se basó en el decreto de 1990, en la cual se considera como pequeña empresa aquella que tiene entre 16 y 100 empleados, y como mediana la que tiene entre 101 y 250 empleados. A pesar de que esta clasificación ya no es vigente, se decidió trabajar con ella porque, a juicio de los autores de este trabajo y de varios representantes de organismos empresariales, la nueva propuesta de estratificación no refleja adecuadamente la realidad de las empresas mexicanas, sino que busca mayor coherencia con la de Estados Unidos y Canadá.

⁵ El subsector 31 de la industria manufacturera corresponde a la producción de alimentos, bebidas y tabaco, y éste se compone de 13 ramas económicas y 58 clases económicas; sin embargo, en esta investigación sólo se consideraron 13 clases económicas. Los factores considerados para decidir las clases por incluir fueron: 1) participación importante de pequeñas y medianas empresas;

Las etapas seguidas en la investigación fueron fundamentalmente tres:

1. *Determinación de la competitividad de las empresas* empleando un método de evaluación que consideró las diversas áreas que integran la cadena de valor de una empresa manufacturera y no sólo la función tecnológica. El instrumento diseñado para medir la competitividad de las empresas de interés se basó en el trabajo realizado por Solleiro y colaboradores (J.L. Solleiro, R. López, R. Castañón, 1997). Este análisis utilizó el supuesto de que la organización es un sistema compuesto de diversos procesos integrados, coordinados por un equipo o cuerpo gerencial, cuyo propósito es alcanzar ciertas metas del negocio, el cual, en su conjunto, puede ser considerado un proceso en sí mismo (G. Grossi, 1990).

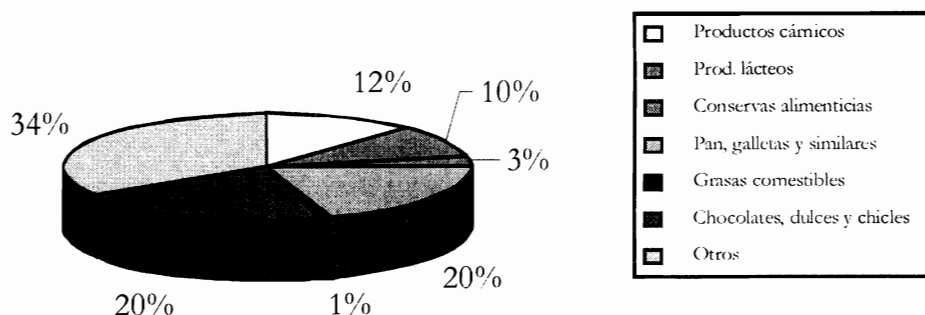
El instrumento de evaluación consta de seis apartados, cada uno de ellos constituye un “nivel” de estudio; el primero analiza la estrategia empresarial; el segundo los aspectos financieros; el tercero aborda las cuestiones relacionadas con el mercado; el cuarto estudia la parte tecnológica; el quinto analiza la administración de operaciones, y el sexto corresponde a las actividades de cómputo e informática. En cada nivel se agrupan una serie de preguntas sobre el mismo tema, que proporcionan una visión general del desempeño de la empresa en ese aspecto particular. La suma de la calificación obtenida en cada nivel da como resultado el Índice de competitividad global (Ic) de las empresas, que es el parámetro utilizado para comparar el desempeño de las empresas.

2. *Identificación de los apoyos gubernamentales empleados* por las empresas y evaluación cualitativa de éstos. A las empresas a las que se aplicó la herramienta para medir competitividad también se les preguntó cuáles apoyos gubernamentales habían usado (tomando como base la lista de programas indicada en el cuadro 2), con qué frecuencia y la utilidad de éstos.

2) exclusión de actividades económicas controladas por grandes compañías; 3) exclusión de productos con poco valor agregado; 4) se consideraron las clases económicas con presencia significativa en la región geográfica de interés, y 5) sólo se consideraron las clases económicas relacionadas con alimentos para consumo humano.

Figura 1. Distribución de las clases económicas estudiadas

Distribución de las empresas por giro



3. *Relación empírica de la competitividad y los apoyos gubernamentales utilizados.* Se ubicó el nivel de competitividad en relación con el tipo y número de instrumentos de política empleados.

Las características generales de la muestra de empresas estudiada fueron las siguientes:

Tipo de administración: predominó la forma de administración familiar, seguida por la mixta,⁶ y en menor grado se encontró la categoría denominada profesional; se puso de manifiesto que las empresas estudiadas no pertenecían a conglomerados industriales y que, además, estaban enfocadas a un giro económico único. En su mayoría las empresas operaban con recursos propios y en la base de sus decisiones estaba presente el hecho de conservar el negocio para sus generaciones futuras.

⁶ Se consideraron tres tipos de administración posibles: la familiar, donde los cargos directivos están ocupados únicamente por personas emparentadas entre sí; la profesional, cuando los cargos directivos son ocupados por personas que no son parientes; y la mixta, que es una combinación de las categorías previas.

Ventas: predominaron las empresas con ventas mayores a 10 millones de pesos (48%); éstas corresponden a organizaciones con el mayor número de años dentro de la actividad industrial (20 años en promedio); por ello podría inferirse que se encuentran consolidadas en el mercado al que atienden.⁷

El segundo lugar en porcentaje correspondió a las empresas con ventas máximas de 0.99 millones de pesos; para éstas el promedio de años en la actividad fue de apenas seis años.

Formación del fundador: contrario a lo que se esperaba, la mayoría de las empresas fueron fundadas por gente con una alta preparación académica; en 69% de los casos el fundador tuvo formación universitaria y de posgrado.

Ocupación anterior del fundador de la empresa: la mayoría de los empresarios (31%) ya lo habían sido con anterioridad. Éste puede ser un factor trascendente para explicar la competitividad de las empresas, pues la concepción y manejo del negocio, así como la relación con los diversos agentes gubernamentales y el entrono global de la organización estará en función de las actividades previas ejecutadas por los fundadores de las empresas. Al mismo tiempo, esto representa una valoración de la experiencia y el aprendizaje organizacional, los cuales son capitalizados para mejorar la gestión y las relaciones de la empresa con su entorno.

Motivos para entrar al negocio: predominó el rubro de “conocimientos previos del negocio” como factor decisivo para incorporarse a la actividad industrial; el segundo factor en importancia señalado como catalizador para iniciar el negocio es el de la “herencia” (21% de los casos), por lo que también debe considerarse que existía un conocimiento previo del negocio, aunque se desconoce la forma exacta de éste; en tercer lugar se señaló el “análisis de mercados”.

Como se observa, la pertinencia de entrar al negocio descansa fundamentalmente en conocimientos previos y menos en otro tipo de factores, por lo que el conocimiento empírico juega un papel importante. De estos hechos se deduce

⁷ En muchos casos, las personas entrevistadas rehusaron proporcionar el dato exacto de las ventas por lo que esta información se manejó de manera agregada; al no obtener información detallada de las ventas no es posible ubicar con mayor precisión la distribución de este parámetro y a partir de él hacer inferencias adicionales.

que es altamente probable que el uso de los apoyos gubernamentales también se dé en función de experiencias previas y contactos institucionales, más que de una evaluación analítica del costo-beneficio.

Adquisición de conocimientos tecnológicos: El “autoaprendizaje” es señalado como el factor más importante en la adquisición de conocimientos tecnológicos (42%); el segundo elemento mencionado es “enseñanza de parientes”, y el tercero es “trabajo anterior”.

El aprendizaje informal es más relevante que el formal, lo que seguramente también se ve reflejado en la forma en que las empresas asimilan las tecnologías necesarias para el negocio y la falta de documentación de procedimientos y técnicas. La falta de dominio pleno sobre las tecnologías hace que las empresas dejen de aprovechar oportunidades de diversificación por la aplicación de tecnologías genéricas para el desarrollo de nuevos productos, así como de reducción sistemática de costos.

Adquisición de conocimientos administrativos: la mayoría de los empresarios adquirieron sus conocimientos administrativos a través del autoaprendizaje (42%). La escuela fue señalada como la segunda fuente de conocimientos administrativos (31 por ciento).

El predominio de los métodos informales sobre los formales para adquirir conocimiento administrativo refleja que en una gran parte de las empresas analizadas la organización se dirige empíricamente, por lo que la incorporación de nuevas técnicas gerenciales tiende a ser lenta, puesto que no hay suficiente conocimiento sobre ellas y tampoco sobre la manera de implantarlas.

Distribución geográfica: 90% de las empresas se ubicaron en el D.F. y sólo 10% en el Estado de México. Aunque el estudio se enfocó a los apoyos federales también se indagó si las empresas habían recibido apoyos estatales; no obstante, los resultados mostraron que ninguna de las empresas usaron este tipo de programas.

Número de empleados: aproximadamente 60% de los casos corresponde a empresas de entre 15 y 40 empleados; 16% tienen entre 41 y 66 empleados. En estos dos rangos caen 80% de los casos; el 20% restante se distribuye entre empresas de 67 hasta 250 empleados.

Resultados

Para las empresas estudiadas, el rango del Índice general de competitividad (Ic) fue de los 155 puntos hasta los 484. Como se observa, se presentó una gran variación respecto al desempeño de las empresas y se considera que una parte de ésta puede ser explicada por las diferencias respecto al número y tipo de apoyos utilizados. Entre mayor sea el número de apoyos empleados, la empresa tendrá oportunidad de cubrir sus carencias de manera integral y, por tanto, ser más competitiva.

En el cuadro 4 se muestra la distribución de las empresas en función del número de apoyos utilizados durante el periodo evaluado. Los primeros factores que destacan son los siguientes:

- En 31% de los casos sólo se usó un programa de apoyo, 21% de las empresas emplearon dos programas; otro 21% utilizó tres apoyos; 10% empleó cuatro; 3% cinco, y sólo 14% seis. Se aprecia que en poco más de 50% de los casos las empresas utilizaron como máximo dos programas.
- En general se observa que sí hay una tendencia respecto a que el Ic es mayor conforme aumenta el número de apoyos utilizados. Las empresas con el menor Ic utilizaron un solo apoyo, en tanto que las del Ic más grande emplearon un mayor número de apoyos.
- El Ic promedio de las empresas que emplearon tres programas como máximo fue de 290 puntos;⁸ este nivel de Ic está por debajo de la mitad del valor máximo del Ic,⁹ lo que refleja que estas empresas distan mucho de tener un desempeño excepcional. Por su parte, las compañías que emplearon entre cuatro y seis programas muestran un Ic promedio de 431, el cual es muy superior.

⁸ Son 21 empresas las que se encuentran comprendidas en esta subdivisión, lo que representa 72% de los casos totales del grupo 1.

⁹ El valor máximo del Ic es de 600 puntos.

En los cuadros 5 y 6 puede observarse que los programas de mayor uso fueron los relacionados con la capacitación (31 casos), la asistencia técnica (23 casos) y la información (14 casos).¹⁰

En lo que se refiere a capacitación, el programa de mayor uso fue CIMO (18 empresas), seguido muy de lejos por el programa de capacitación de Bancomext (siete empresas). En asistencia técnica, el programa más utilizado fue el de Bancomext (nueve empresas), seguido por los programas CRECE y COMPITE de la Secretaría de Economía (cinco empresas en cada uno). En relación con el programa de información, el único utilizado fue el de Bancomext (14 empresas).

Por otro lado, los programas de menor uso fueron los que se refieren al desarrollo regional e integración de cadenas productivas (ninguna empresa empleó estos programas), el de beneficios fiscales (un caso) y los programas de crédito (cuatro casos).

De los cuadros 5 y 6, también es posible observar que las empresas con menor índice de competitividad (menor de 300 puntos) usaron cuando más dos apoyos y la mayoría de ellos se ubicaron en alguno de los siguientes rubros: capacitación, información y asistencia técnica. Las compañías con mayores Ic utilizaron entre cuatro y seis programas de apoyos, combinando, en su mayoría, programas de capacitación, asistencia técnica e información. Destaca el hecho de que de las cuatro empresas que usaron apoyos crediticios tres se ubican entre el subgrupo de mayores Ic.

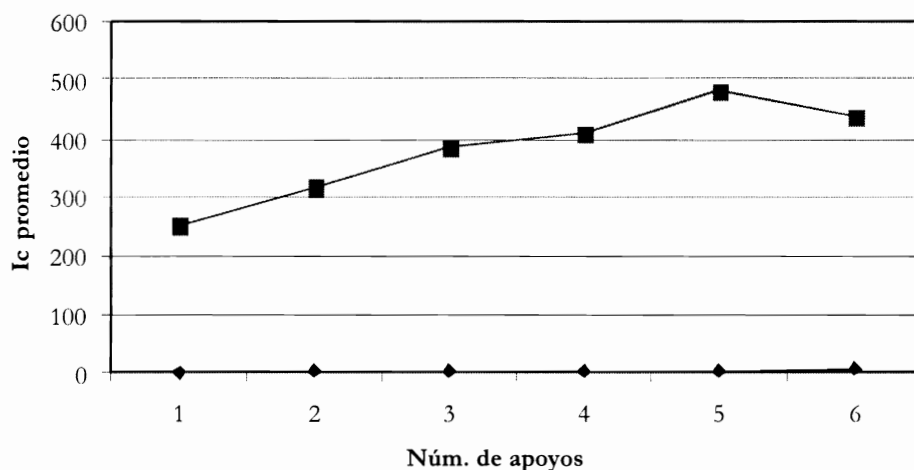
De los datos anteriores es claro que las empresas de mayor competitividad no sólo son aquellas que usaron un mayor número de programas gubernamentales, sino también las que diversificaron el tipo de programas e incluso las instituciones a las que acudieron.

Respecto de los resultados anteriores destacan los siguientes elementos:

- Las empresas, al diversificar los apoyos, tienen una mayor oportunidad de cubrir sus carencias y/o debilidades, pues están accediendo, por ellas

¹⁰ En el cuadro 2 se proporcionó una breve descripción de los programas utilizados por las empresas; éstos se clasificaron en seis categorías específicas: capacitación, asistencia técnica, crédito, información, desarrollo regional y beneficio fiscal, lo que permite tener una mejor noción sobre el tipo de apoyos utilizados por las empresas.

Figura 2. Relación entre número de apoyos e índice de competitividad promedio



mismas, a un esquema de soporte más integral que tenderá a impactar diversas áreas generadoras de valor.

- Los programas de apoyo crediticio son muy demandados por las empresas, pero se usan poco por las altas tasas de interés y por el exceso de garantías que se piden (no todas las empresas son sujetas de crédito).
- Los programas de mayor uso tienen, en general, una buena imagen entre los empresarios; de hecho, varios de ellos los han utilizado en varias ocasiones y los recomiendan.¹¹
- El programa de apoyo de mayor uso y prestigio entre los empresarios fue CIMO; éste cumple con las expectativas de los empresarios en cuanto a

¹¹ Como se señala anteriormente, en 1998 los autores de esta investigación participaron en una consulta a empresas en 10 entidades de la República Mexicana; en ella la percepción de las empresas correspondió con los resultados identificados para el sector que aquí se analiza.

Cuadro 4. Distribución de las empresas por número de apoyos utilizados y su índice de competitividad (véase figura 2)

<i>Empresa</i>	<i>Núm. de apoyos</i>					
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
c.1						437
c.2		297				
c.3	331					
c.4						428
c.5			356			
c.6			412			
c.7			418			
c.8	277					
c.9				377		
c.10	263					
c.11	302					
c.12			374			
c.13	311					
c.14			353			
c.15	155					
c.16	224					
c.17		341				
c.18			402			
c.19		341				
c.20				427		
c.21						484
c.22	163					
c.23		300				
c.24				422		
c.25	243					
c.26					482	
c.27						389
c.28		324				
c.29		307				

El número de la celda es el Ic de la empresa.

contenido y forma de la capacitación, costos accesibles y poca burocracia para acceder a él.¹²

- La integración de diversos programas de apoyo corre a cargo de la empresa, por lo que si ésta no logra identificar con certeza sus necesidades, es altamente probable que no pueda satisfacerlas adecuadamente.
- La gestión de los apoyos implica la elaboración de documentos formales, lo cual implica para la empresa un proceso de aprendizaje y estructuración de objetivos y estrategias que se traduce en mayores capacidades.

Conclusiones

Los resultados revelan claramente que la competitividad está ligada al éxito de los instrumentos de la política industrial, así como a las capacidades de gestión en las empresas que les permitan negociar adecuadamente los apoyos institucionales. Respecto a los elementos que se encuentran bajo el control de las empresas y que pueden incidir en un mayor acercamiento y mejor uso de los programas de apoyo gubernamentales, destacan los siguientes:

- La capacitación del cuerpo gerencial (o su equivalente) para identificar objetivos estratégicos que pueden traducirse en objetivos de proyectos específicos para los cuales se busca el apoyo gubernamental.
- Manejo de fuentes de información relacionadas con apoyos gubernamentales, pues se observa que entre mayor conocimiento se tenga sobre éstos es más factible que los empleen.
- Exploración y diversificación de fuentes de financiamiento que correspondan a la naturaleza de las actividades que se pretende impulsar en la empresa.

¹² El 26 de abril de 2001 se publicaron en el *Diario Oficial de la Federación* cambios importantes en el mecanismo de operación de CIMO; lamentablemente estos cambios no se dirigen a su fortalecimiento.

Cuadro 5. Apoyos utilizados por empresa

<i>Empresa</i>	<i>Ic</i>	<i>Número de apoyos empleados</i>	<i>Tipo de apoyos usados</i>
c.1	437.3	6	CA (2), AT (3), IN (1)
c.2	297.5	2	CA (1), IN (1)
c.3	331.5	1	BF (1)
c.4	427.6	6	CA (3), AT (1), IN (1), OT (1)
c.5	356.5	3	CA (1), IN (1), OT (1)
c.6	411.9	3	CA (1), AT (1), OT (1)
c.7	417.6	3	CA (1), AT (1), IN (1)
c.8	277.1	1	CA (1)
c.9	376.5	4	CRE (1), AT (2), IN (1)
c.10	262.5	1	AT (1)
c.11	302.4	1	CA (1)
c.12	374.4	3	CA (2), CRE (1)
c.13	310.6	1	CA(1)
c.14	352.8	3	CA (3)
c.15	155.3	1	CA (1)
c.16	224.1	1	CA (1)
c.17	340.6	2	CA (2)
c.18	402.4	3	CRE (1), AT (1), IN (1)
c.19	340.5	2	CA (1), IN (1)
c.20	426.9	4	CA (1), AT (2), IN (1)
c.21	484.2	6	CA (2), AT (3), IN (1)
c.22	163.3	1	CA (1)
c.23	299.6	2	CA (1), AT (1)
c.24	422.2	4	CA (1), CRE (1), AT (2)
c.25	242.6	1	CRE (1)
c.26	482.4	5	CA (2), AT (1), IN (1), OT (1)
c.27	389.1	6	CA (1), CRE (2), AT (2), IN (1)
c.28	324.4	2	AT (1), IN (1)
c.29	307.1	2	AT (1), IN (1)

CA: capacitación; CRE: crédito; AT: asesoría técnica (consultoría); IN: información; DR: desarrollo regional y de proveedores; BF: beneficio fiscal; OT: otros.

El número entre paréntesis indica las diversas instituciones de las que se recibió el apoyo.

Cuadro 6. Distribución de las empresas por tipo de apoyo utilizado

Tipo	Programa	Empresa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		C. 1	C. 2	C. 3	C. 4	C. 5	C. 6	C. 7	C. 8	C. 9	C. 10	C. 11	C. 12	C. 13	C. 14	C. 15	C. 16	C. 17	C. 18	C. 19	C. 20	C. 21	C. 22	C. 23	C. 24	C. 25	C. 26	C. 27	C. 28	C. 29	(2)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
CA	CIMO	X			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X					X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

CA: capacitación; CRE: crédito; AT: asesoría técnica; IN: información; DR: desarrollo regional e integración de cadenas; BF: beneficio fiscal; OT: otros. BANCO: Bancomont;

1. Total de programas de apoyo utilizados por la empresa.

2. Número de empresas que accedieron al programa de apoyo.

- El conocimiento detallado sobre los elementos de la tecnología que usa la empresa, los factores críticos para su operación adecuada y la forma en que ésta se mejora son insumos clave para la identificación de proyectos.

Por otro lado, desde el punto de vista del diseño de políticas públicas se concluye que éstas deben existir explícitamente, ser sectoriales, fortalecerse continuamente y adecuarse a las necesidades nacionales y mundiales vigentes. A continuación se proporcionan algunas recomendaciones sobre las características que, a la luz de los resultados obtenidos en esta investigación, debería tener la política industrial del país orientada a las pequeñas y medianas empresas manufactureras del sector de alimentos.

Las tecnologías de producto y equipo utilizadas por las empresas de alimentos son en general maduras, por lo que las innovaciones de proceso y organizacionales son elementos que deben reforzarse, pues pueden constituir factores diferenciales entre las empresas; así, algunos de los programas de fomento deberían estar enfocados a estos aspectos.

La industria de alimentos depende fuertemente de las innovaciones realizadas en sectores relacionados; tal es el caso, por ejemplo, de empaques y aditivos; por ello es fundamental que se construyan políticas tendientes a enlazar a las industrias de tal forma que las mejoras efectuadas en un sector lleguen lo más rápido al sector alimentario.¹³

Los instrumentos de política que se diseñen deberán orientarse a tratar a la empresa de manera integral, para lo cual se requiere de la coordinación entre las dependencias gubernamentales encargadas de los programas. De otra manera, si bien se resuelven problemas importantes, las acciones de reparación no son suficientes para crear capacidades competitivas. También sobra decir que sólo es posible construir capacidades duraderas en el largo plazo, por lo que es indispensable que los programas de fomento tengan continuidad, y dejen de ser sexenales.

Un prerequisite para el éxito de programas de fomento es tener componentes de financiamiento que generen una oferta de recursos suficiente, que res-

¹³ Por supuesto que un área que debe estar estrechamente articulada al sector alimentario es el campo; sin embargo, aquí se deja este elemento de lado porque su tratamiento debe ser diferente y muy específico.

ponda a necesidades diferenciadas y que combine componentes de subsidio con créditos blandos y figuras de capital de riesgo, que se instrumenten en función de las necesidades de los diferentes usuarios y de los méritos de sus proyectos.¹⁴

Hay algunos programas gubernamentales que han sido evaluados positivamente por los usuarios y que tienen una trayectoria de varios años (el caso de CIMO), por lo que se considera que éstos deberían ser analizados cuidadosamente para fortalecerlos e identificar elementos que puedan ser utilizados en el desarrollo de otros programas.

Las áreas en donde es fundamental construir instrumentos de política son:

- Capacitación gerencial
- Sistemas de información empresarial
- Promoción de productos
- Asimilación de tecnologías
- Desarrollo externo de tecnologías
- Selección de proveedores
- Capacitación en aspectos básicos de calidad
- Creación de capacidades en el uso de cómputo e informática
- Comercio electrónico
- Créditos para capital de trabajo, equipamiento y desarrollo tecnológico

¹⁴ Mantener los criterios tradicionales de la banca para el otorgamiento de apoyos financieros será garantía de fracaso en los programas.

Bibliografía

- Buiges, P. y A. Sapir (1993), *Community Industrial Policies*, Bruselas, Comisión de Comunidades Europeas, Doc. II80-FR.
- Casalet, M. *et al.* (1995), “Red de apoyos públicos y privados hacia la competitividad de las PYMES”, en *Biblioteca de la micro, pequeña y mediana empresa*, núm. 9, Nacional Financiera, México.
- Clavijo, F. (1994), “Perspectivas de la política industrial en México”, en Fernando Clavijo *et al.*, Adalberto García (coord.), *La política industrial en México*, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, El Colegio de México, pp. 133-167.
- Concamín (2000), *Política industrial 2000-2006*, México, Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos.
- Dussel, E., M. Piore y C. Ruiz (1997), “Hacia un nuevo paradigma industrial”, en Dussel *et al.* (eds.), *Pensar globalmente y actuar regionalmente. Hacia un nuevo paradigma para el siglo XXI*, México, UNAM, Fundación Friedrich Ebert y Jus, pp. 11-23.
- FUNDES México (2001), *Bases de la consulta nacional para la estrategia PYME 2001-2006*, México, Secretaría de Economía.
- González, J. (1995), *Hacia una nueva política industrial*, México, Diálogo México, A.C.
- Grossi, G. (1990), “Promoting innovation in a big business”, *Long Range Planning*, 23:1, pp. 41-52.
- Johnson, C. (1984), “The idea of industrial policy” en C. Johnson (ed.), *The industrial policy debate*, San Francisco, Institute for Contemporary Studies.
- Martín, C. (1992), “La política industrial: un debate permanente”, en *Política Industrial, teoría y práctica*, Madrid, Colegio de Economistas de Madrid, Economistas Libros, pp. 11-20.
- Sagasti, F. (1981), “Una aproximación a la investigación sobre política científica y tecnológica”, en *Ciencia, tecnología y desarrollo latinoamericano, ensayos de Francisco Sagasti*, México, FCE.
- Secretaría de Economía (2001), *Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006*. México.

- Segura, J. (1992), "Política industrial: algunos problemas actuales", en *Política Industrial, teoría y práctica*, Madrid, Colegio de Economistas de Madrid, Economistas Libros, pp. 47-61.
- Senado de la República (1998), *Talleres de consulta sobre las micro, pequeñas y medianas empresas*, México, Comisión para el Desarrollo de la Micro, Pequeña y Mediana Industria, UNAM e ITESM.
- Solleiro, J.L., R. López, R. Castañón (1997), *Una aproximación de política tecnológica para las pequeñas y medianas empresas frente a la apertura comercial*, México, UNAM-ANIERM-AMTEC.
- Trens, E. (1997), "Instrumentos de fomento a la pequeña y median empresa", Informe del proyecto de investigación "Oportunidades de colaboración tecnológica entre las pyMEs de América del Norte bajo el TLCAN", realizado en la UNAM.
- Tyson, L. y J. Zysman (1983), "American industry in international competition", en Tyson y Zysman (eds.), *American industry in international competition. Government policies and corporate strategies*, Ithaca, Nueva York, Cornell University Press.
- Unger, K. (1995), "El desarrollo industrial y tecnológico mexicano: estado actual de la integración industrial y tecnológica", en Pablo Mulás (coord.), *Aspectos tecnológicos de la modernización industrial de México*, México, Academia de la Investigación Científica, A.C., Academia Nacional de Ingeniería, A.C., FCE.

Sistema de innovación en la agroindustria de los quesos en México

*María del Carmen del Valle Rivera**

Introducción

El propósito de este trabajo es caracterizar y analizar el sistema de innovación tecnológica en la agroindustria de quesos, así como los efectos socioeconómicos que se presentan en la trayectoria natural o social seguida en esta actividad productiva. La tarea consiste en identificar los efectos de la aplicación de innovaciones tecnológicas en la producción y en la sociedad, y de los límites que marcan las condiciones sociales en la trayectoria tecnológica para el desarrollo, así como analizar las interacciones que se dan en esta relación. El estudio se propone explicar dichos procesos con apoyo en un eje conceptual y los resultados de investigación empírica en las últimas dos décadas,

* Investigadora titular C, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, delvalle@servidor.unam.mx. Este trabajo se basa en investigación realizada en el marco del proyecto Sistema Nacional de Innovación y Competitividad de la Industria Manufacturera en México, auspiciado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM. La autora agradece el apoyo en la búsqueda y organización de la información a las licenciadas Laura Flores y Olivia Mejía, becarias del IIEC, así como a la Maestra María Elena Lopes, profesional administrativo del IIEC.

en el marco de los desafíos que plantea en el transcurso de la globalización-regionalización en México.¹

El estudio se apoya en el concepto *Sistema nacional de innovación* (SNI),² como una herramienta para explicar el comportamiento competitivo de la industria, incorporando el ambiente institucional y la acción organizada de la sociedad en esta actividad. El concepto se ha desarrollado en la última década y ha considerado su estudio en otros espacios de aplicación, como son el regional y el sectorial (Malerba, 1997 y 2002). Para los fines de esta investigación el concepto que aplica es el de *sistema sectorial de innovación y producción*, que ofrece una perspectiva multidimensional, integrada y dinámica de los sectores.³

Entendemos como trayectoria tecnológica⁴ natural o social al proceso endógeno en que se expresa el ritmo y la naturaleza del cambio tecnológico. De acuerdo con Katz (1986), las “trayectorias naturales”⁵ determinan los límites de libertad de la configuración técnica sobre la que va a girar la actividad de las empresas, es decir, se considera la estructura productiva y el ambiente institucional en el que se aplicará el modelo tecnológico. En esa perspectiva, la inno-

¹ Se trabajó con información de fuentes oficiales e investigación de campo realizada en 1999-2000 y en 2003.

² SNI, considerado como un conglomerado de instituciones, leyes, normas, programas, etc., que generan un ambiente propicio para difusión de tecnologías.

³ De acuerdo con Malerba (2002) “...un sistema sectorial de innovación y producción es un conjunto de productos nuevos y establecidos para usos específicos y el conjunto de agentes que llevan a cabo interacciones de mercado y fuera de mercado para la creación, producción y venta de dichos productos. Los sistemas sectoriales cuentan con una base de conocimiento, tecnologías, insumos y demanda. Los agentes son individuos u organizaciones en distintos niveles de agregación, con procesos de aprendizaje, capacidades, estructura organizacional, creencias, objetivos y comportamientos específicos e interactúan por medio de procesos de comunicación, intercambio, cooperación, competencia y mando; dichas interacciones están determinadas por instituciones”.

⁴ Según Dosi (1988), trayectoria tecnológica es: el patrón de solución normal de los problemas dentro de un paradigma tecnológico (“Technical Change and Industrial Transformation”, cap. 2 de Dosi, Freeman, Nelson *et al.* (1988), *Technical Change and Economic theory*, Londres Printer Publishers).

⁵ “Trayectoria natural” conceptualizada de acuerdo con N. Rosemberg como “...el proceso de condicionamiento ex ante que ejerce todo el mundo mecánico, físico, etc., sobre la actividad de generación de nuevos conocimientos tecnológicos por parte de un dado establecimiento fabril” (citado en Katz, 1986:19).

lación se enmarca en el proceso de globalización y el desarrollo de tecnologías de información y comunicación⁶ en el que se dan estos comportamientos y hace necesario identificar las diferencias en las aplicaciones de las innovaciones entre naciones y su especificidad. Igualmente, se considera que una mirada estrictamente macroeconómica no siempre refleja a profundidad las relaciones entre los cambios productivos, tecnológicos e institucionales que ocurren en la sociedad; por ello el interés en estudiar el sector productivo ya mencionado, profundizando en el caso del queso cotija.

Un último concepto que se considera necesario incluir es el que describe el proceso de incorporación sucesiva de innovaciones tecnológicas en la cadena agroindustrial de lácteos (en la que se incorpora la agroindustria de quesos). Este proceso se entiende como “un conjunto de tecnologías genéricas, cuya trayectoria natural de innovación abarca un conjunto de innovaciones radicales interrelacionadas” (Nelson y Winter, citado por Pérez, 1986), el cual caracteriza al sistema tecnológico industrial que se estudie. Para los lácteos, el “sistema tecnológico ganadero industrial”,⁷ que se ha denominado “modelo holstein” hace referencia al modelo de producción estabulado, basado en animales de esa raza, pues con ellos se han logrado rendimientos elevados y regulares en el

⁶ La globalización es un proceso en el que se presenta “la subordinación de espacios históricamente desiguales a las fuerzas competitivas globales, en un contexto en que los sistemas regulatorios nacionales han sido erosionados, generando aún mayores rupturas económicas y sociales”; el proceso tenderá a manifestarse en una gran variedad de respuestas (McMichael, 1994, citado por Llambí, 1996:79). En el contexto del proceso de globalización y de desarrollo de tecnologías de información y comunicación, la tecnología no es sólo una estrategia de desarrollo sino una condición de su viabilidad (Carlota Pérez, 2001).

⁷ Siguiendo a Pérez (1986), “Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto”, en Carlos Ominami (comp.) 1986, *La Tercera Revolución Industrial. Impactos internacionales del actual viraje tecnológico*, Argentina, RIAL Anuario, Grupo Editor Latinoamericano, pp. 46-47, que define los sistemas tecnológicos como “constelaciones de innovaciones interrelacionadas técnica y económicamente que afectan a varias ramas del aparato productivo, ...se establece una lógica que encadena sucesivas innovaciones radicales interrelacionadas en una trayectoria natural global”, y de acuerdo con Vatin (1990), que estudia la “revolución lechera” como el proceso en el que aparecen las transformaciones industriales de la leche a finales del siglo XIX, y define como “modelo de fluidez industrial” a la producción de leche masiva, la concentración rápida en estructuras industriales a partir de los sesenta, hasta la automatización de las plantas en el curso de los setenta y ochenta.

tiempo. Su integración a la industria y estricta reglamentación por la que se rigen son condiciones que han favorecido al consumo masivo de leche y derivados, principalmente en los países industrializados.

El “modelo holstein” ha sido desarrollado industrialmente y difundido en escala comercial en Estados Unidos y se ha trasladado a otros países aunque de manera desigual (Vatin, 1990; Del Valle, 2000); también ha contado con el apoyo de un ambiente institucional constituido por las políticas gubernamentales de los países que lo introducen, ya que la instrumentación del paquete tecnológico no siempre ha permitido reducir los costos, por lo que se han requerido estímulos a la producción. Hasta los años setenta esta trayectoria mundial se manifestó en un auge. En este proceso han ocurrido primero los movimientos internacionales de capitales, que expanden el modelo a países semiindustrializados a través de inversiones directas de empresas transnacionales, programas de desarrollo, fondos de contraparte y deuda externa,⁸ aunque no con los mismos resultados. Si bien se consiguen mayores rendimientos y mejoras en la calidad de la leche y los lácteos, como ya se ha mencionado, no siempre se logra abatir los costos por el contexto socioeconómico y político del país a que se transfiere. Los beneficios también han estado determinados por las condiciones estructurales internas del país en el que se difunde, las estrategias de los actores, las empresas, los productores primarios y sus organizaciones y las políticas estatales (Del Valle, 2000).

En el periodo actual se observa un proceso de cambio en el comportamiento de esta actividad, que genera inestabilidad en algunos países en desarrollo, por su trayectoria tecnoeconómica vinculada con la solución socioinstitucional que ellos aplican, así como por el poder tecnológico de las empresas transnacionales. En el caso de México habrá que tomar en cuenta que se trata de la producción de bienes industriales vinculada al empleo de recursos naturales con que se cuenta, lo cual es un elemento que debiera considerarse estratégico para desa-

⁸ Véanse estudios de Arroyo (1989), *La pérdida de la autosuficiencia alimentaria y el auge de la ganadería en México*, México, Plaza y Valdés, y Reig (1980), “La economía ganadera mundial: hegemonía de Estados Unidos y nuevas tendencias”, *Estudios del Tercer Mundo*, vol. 3, núm. 2, junio, pp. 73-98.

rollar la cadena productiva interna. En este caso el sector es la agroindustria, específicamente el proceso agroindustrial en lácteos-quesos, en el que se identificará y analizarán los efectos socioeconómicos de la incorporación de innovaciones tecnológicas, su trayectoria natural, en el marco de las dinámicas globales, definidas por las exigencias de competitividad en el mercado internacional y en el mercado nacional.

En México, la conservación de la leche manteniendo sus características nutricionales ha dado lugar a la producción de quesos tradicionales cuyo consumo es parte de la cultura de alimentación entre los mexicanos. Se producen al menos 28 tipos diferentes, la mayor parte de tipo artesanal elaborados con leche bronca (Villegas, 1993). Los hay también industrializados, procesados en leche pasteurizada, en cuya evolución están involucrados avances tecnológicos provenientes de la industria química, de la que se originan nuevos componentes para su elaboración, también de la industria de bienes de capital, equipo y embalaje.

La incorporación de nuevas tecnologías ha permitido que los procesos productivos en la transformación experimenten una generalización de procedimientos industriales mediante la estandarización de los procesos, la especialización e intensificación en la producción. En la actualidad, la aplicación de desarrollos científicos en los productos lácteos, mediante innovaciones tecnológicas fundamentalmente incorporadas en el equipo como parte de un paquete tecnológico, provienen del avance en técnicas de conservación, envasado, producción en masa y elaboración continua, así como aquellas que tienen que ver con la separación y aislamiento de los elementos que componen la leche, e incluso su sustitución, las cuales han generado nuevos usos para esos elementos y también nuevos productos a partir de la reconstitución y recombinación de los mismos.

En el caso de los quesos, las técnicas biológicas tienen efectos socioeconómicos importantes. El más antiguo uso del cuajo⁹ es el de una enzima natural, la renina, que se sustituye con el uso de renina recombinante,¹⁰ rompiendo el vínculo con la materia prima natural procedente de la producción primaria. El empleo de esta enzima ofrece varias ventajas en la industria: los quesos que se

⁹ Agente coagulante para la elaboración del queso.

¹⁰ Primer producto obtenido por ingeniería genética que se utilizó en la preparación de alimentos.

producen son de mayor valor agregado y de mejor calidad alimenticia; se deja de depender de la renina natural (cuya producción es limitada), pues la recombinante puede eliminar a las enzimas microbianas que se emplean en la elaboración de quesos (Quintero, 1996). Asimismo, se presentan otros desarrollos en técnicas de proceso y de producto, se innova también con la presentación en nuevos empaques. Actualmente frente a la posibilidad de abarcar más mercados, las modificaciones se orientan hacia la producción de bienes diferenciados para mercados segmentados entre los que hay que destacar los requerimientos de calidad e inocuidad en la producción de los alimentos “funcionales”, los “light” y los “delicatessen”. También para los productos de menor precio se tienen ciertas reglamentaciones mínimas que no necesariamente se refieren a la conservación de las características nutritivas.

Así, gracias al desarrollo de diversas técnicas de proceso y de producto, se ha conseguido evolucionar hacia una producción flexible y diversificada, tanto en la actividad primaria como secundaria, elevar los niveles de productividad permitiendo la diferenciación en calidad y mantener la fluidez industrial.¹² Del mismo modo, la elaboración de pastas para quesos, de consumo intermedio, resulta un producto relativamente fácil de manejar, que sirve para la elaboración de otros quesos de consumo final, de tal manera que no se tiene que recurrir a leche fresca como materia prima.

El desarrollo del “modelo holstein” ha favorecido al consumo de masas de leche y derivados, principalmente en los países de mayor desarrollo industrial, no sólo porque se benefician de los progresos con que cuentan en genética, veterinaria, química, mecanización, cadena de frío, informática, entre otros, sino porque cuentan con un ambiente institucional que favorece a la actividad agropecuaria subsidiada. En el caso de los quesos hay países industrializados que cuentan con una larga tradición de productores en quesos maduros, que la protegen y fomentan con la aplicación de ciertos instrumentos de diferencia-

¹² La fluidez industrial no es únicamente un conjunto de procesos productivos: es también una lógica económica y social (François Vatin, 1990). Conforme a esta idea, la fluidez técnica ha contribuido a que las empresas busquen formas de integración económica y social con los productores en la actividad primaria. Asimismo, acompañando a la fluidez lechera, se modificaron las técnicas de distribución con la aparición de los supermercados y aparecieron nuevas formas de consumo.

ción, como certificaciones de calidad, denominaciones de origen, registro de marcas, entre otros. Cuentan también con una base importante en el abasto de materia prima procedente del sector primario, actividad que favorecen con altos subsidios.

En los países de economías vulnerables, no generadores de tecnología como México, la aplicación del modelo se ha apoyado en políticas gubernamentales, con programas de fomento a la producción intensiva (Del Valle, 2000); no obstante, la apertura comercial neoliberal, la integración a la economía internacional, fundamentalmente en la región de América del Norte y dada la elevación de costos determinada para el desempeño de esta actividad, han sido elementos que se convierten en barreras a la entrada en el mercado, por lo que los beneficios de este proceso se vinculan directamente a las grandes empresas transnacionales y nacionales, por su estrategia de integración y coordinación vertical con los productores del campo y por acceso a la incorporación y uso de innovaciones tecnológicas. Así, la innovación se induce desde la industria y permite que sea ésta la que coordine también la actividad agropecuaria, es decir, todo el proceso agroindustrial. Del mismo modo, el acceso al consumo de lácteos se presenta en mercados segmentados definidos por el precio, por la funcionalidad y por la calidad de los bienes, es decir, por la diferenciación del consumo.

En un contexto más amplio, en el proceso de globalización-regionalización, las transformaciones en la actividad pecuario-industrial se expresan en que los procesos de producción y circulación de mercancías se concentran, centralizan y al mismo tiempo se dinamizan por la competitividad dentro y entre las regiones. Se confirma la dirección de las empresas transnacionales ahora con el carácter de empresas globalizadas, cuyo control se basa en la superioridad tecnológica.

Bajo esta perspectiva, en este estudio se analiza la información estadística de fuentes oficiales, documentos y entrevistas a informantes calificados realizadas en los años 2000 y 2003. En 2000 se hicieron entrevistas a funcionarios o encargados de la producción de empresas de la industria láctea, tanto nacionales como transnacionales, productores primarios, funcionarios de organizaciones de productores y de asociaciones empresariales, académicos de centros de investigación y funcionarios públicos del gobierno mexicano. Con este amplio conocimiento de la rama, en 2003 la información analizada y las entrevistas

se orientaron en concreto a los quesos. Particularmente se entrevistó a encargados de la producción de quesos para el consumo nacional y para la exportación en una empresa mexicana, así como a varios actores sociales en el caso del queso cotija: productores, la investigadora del centro de investigación y otros participantes en la búsqueda de recursos y la comercialización del producto.

Una vez expuestos en esta introducción los conceptos y elementos metodológicos que sustentan la investigación, el segundo apartado describe y analiza el comportamiento de la actividad productiva del sector en estudio; el tercer apartado contiene un análisis de las políticas públicas que constituyen el ambiente institucional en el que se desenvuelve el sistema de innovación; el cuarto apartado se refiere a las instituciones de investigación superior y los centros de investigación con los cambios significativos en su intervención, incorporando el ejemplo de queso cotija. Finalmente, se presentan algunas reflexiones a manera de conclusión.

La producción de quesos en México

En el sistema de innovación de los quesos se observa la interrelación de varios actores en la producción primaria e industrial de lácteos, los que sin embargo tienen características específicas en lo referente a la difusión de innovaciones tecnológicas.

La agroindustria de los quesos

En la industria, las grandes empresas nacionales propiedad de asociaciones de productores lecheros y cooperativas, que no obstante presentar un proceso claro de especialización en leches fluidas (pasteurizadas, ultrapasteurizadas, con diversas características), diversifican sus productos en quesos, yogures, crema, mantequilla e incluso algunos postres y dulces, con la aplicación de diversas técnicas de proceso y de producto, actividades en las que operan normas de calidad y se consiguen mejores rendimientos en los productos.

La agroindustria de quesos está comprendida en el complejo general de la industria láctea,¹³ la cual se constituye como uno de los primeros 28 complejos industriales existentes en la economía mexicana (Hernández y Del Valle, 2000), caracterizado como una actividad industrial vinculada al aprovechamiento de productos primarios, relativamente poco intensiva en capital, con niveles poco acentuados de productividad y remuneraciones, y no obstante el amplio número de establecimientos en algunos productos como los quesos, se caracteriza por una importante concentración industrial.

El crecimiento en su carácter de productora de alimentos se orienta hacia el mercado interno en productos de consumo final por lo que su comportamiento está estrechamente ligado con el crecimiento de la población y con los niveles medios de ingreso per cápita existentes, aunque hay que considerar que esta condición varía de acuerdo con la calidad de productos y marcas, especialmente en los casos de algunos quesos (maduros, tradicionales, de marca) y de otros productos lácteos. Recientemente una parte de la industria se orienta al abastecimiento de bienes de consumo intermedio, mediante de la producción de suero de leche,¹⁴ aunque en una pequeña proporción de lo que se ha incrementado la demanda.¹⁵ También hay que señalar que en la industria se emplean bienes intermedios y extensores como materias primas, con lo que se aporta al crecimiento de la rama industrial, pero se desvincula de la relación con la producción primaria.

La industria láctea y, dentro de ella, la de quesos, ha tenido un crecimiento importante, a un ritmo mayor que la industria de alimentos, según se observa en la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía

¹³ La industria láctea incluye la pasteurización, rehidratación, homogeneización y envasado de leche; la fabricación de leche condensada, evaporada y en polvo; la fabricación de queso, mantequilla y crema; la elaboración de paletas y la elaboración de cajetas y otros productos en los que la leche es la materia prima fundamental (entre los que destacan los yogures).

¹⁴ El suero de leche es un subproducto de la producción de queso, que tiene un costo bajo y se utiliza en la preparación de productos alimenticios. Con un proceso especial se convierte en un coproducto generado durante la producción de queso, el cual, según investigaciones del Programa de Aplicaciones de Suero en el Wisconsin Center for Dairy Research, este coproducto contiene 50% de los nutrientes originales de la leche (*Énfasis*, Alimentos Tecnología Empaque, 2001)

¹⁵ En la Encuesta Industrial Mensual, INEGI.

e Informática (INEGI):¹⁶ desde la apertura comercial de 1988 a 1993, la industria de alimentos presentó una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 4.7%, la de lácteos 9.56% y la de quesos, crema y mantequilla una de 6.53%. De 1994 a 2000, ya en el ejercicio del TLCAN, la industria de alimentos observa una TMCA de 3.51%, mientras que la de lácteos es de 5.12% y la de quesos destaca en 7.44%, mayor aún que el ritmo de crecimiento en la leche pasteurizada.

Los tipos de quesos que se registran por INEGI son: amarillo, chihuahua, doble crema, fresco, tipo manchego, oaxaca y panela. La producción de todos ellos aumentó en los años del TLCAN en funciones, excepto en la del queso tipo manchego, que se redujo en más de la mitad de 1994 a la fecha.

La exportación de lácteos en el periodo del TLCAN ha empezado a realizarse aunque en una fracción muy reducida. En el año 2002 llegó a 1 017 toneladas; sin embargo, su ritmo de crecimiento es alto, ya que en 1996 el volumen de exportación era apenas de 151.5 toneladas.¹⁷

En el caso de los quesos, con la apertura comercial se observa un crecimiento de 133% en el número de establecimientos, según datos del censo industrial.¹⁸ En los primeros cinco años de vigencia del TLCAN continúa en aumento el número de unidades productivas, aunque su crecimiento fue sólo de 31%.¹⁹ Actualmente este mercado está constituido por 1 830 unidades productivas grandes, pequeñas y medianas, pero la mayor parte de la producción se obtiene de empresas cuyo capital es de origen extranjero: Nestlé (Nestlé-Chambourcy, empresa suiza); Kraft Foods de México, empresa de la Phillip Morris, de capital estadounidense, y Lácteos Finos de México, propiedad de New Zeland Dairy Board. Se observa un importante desarrollo en años recientes en empresas propiedad de asociaciones de productores (Lala y Alpura), las cuales diversifican su producción y elaboran variados tipos de quesos. Igualmente destaca la empresa Sigma Alimentos Lácteos, S.A. de C.V. con la producción de quesos de

¹⁶ Información del Sistema de Cuentas Nacionales a precios de 1993.

¹⁷ Boletín de leche, SIAP, Sagarpa. Información elaborada con datos de la Administración General de Aduanas, SHCP.

¹⁸ Según datos de INEGI, de 1988 a 1993 el número de establecimientos productores de queso, crema y mantequilla pasan de 598 a 1396.

¹⁹ De acuerdo a la misma fuente en 1998 las unidades de producción aumentan a 1830.

tres tipos: para población con diferentes tipos de ingreso. Por otra parte, se ha desarrollado un mercado de quesos frescos tradicionales para centrales de abasto y grandes mayoristas, en los que participan empresas nacionales como Chilchota y Chen, de manera relevante, por su precio.

El proceso de concentración productiva de este alimento es significativo. El carácter de esta concentración se observa en las actividades más intensivas en capital y con mejor acceso a materias primas, ya sea de producción nacional o de importación. Se conforma así un mercado oligopólico de quesos, en concordancia con el de lácteos, en el que confluyen empresas transnacionales, de capital predominantemente europeo y estadounidense, en la elaboración de productos de mayor valor agregado, y también participan empresas de capital nacional en la producción de quesos, crema y mantequilla, líderes en pasteurización y envasado de leche.

Participan también de manera considerable en este mercado, a partir de la apertura comercial, los quesos de importación, principalmente europeos de consumo final y uruguayos de consumo intermedio (pastas). Con la aplicación del TLCAN las importaciones de quesos provenientes de Estados Unidos tienen una mayor participación, favorecida por las negociaciones del tratado para la región, respecto a las importaciones extraregionales. Cabe destacar que las importaciones de lácteos presentaron una recomposición a partir de la apertura comercial; si bien la leche en polvo se mantuvo estable en su volumen de importación, aumentaron las importaciones de lácteos de consumo final y de consumo intermedio. En su conjunto, las importaciones de materias primas representan aproximadamente 70% del total de importaciones. Junto con ello se señala que con la aplicación del TLCAN se han introducido al país firmas estadounidenses distribuidoras de variedades de quesos maduros y semimaduros, incluso han establecido oficinas para comercializar también sueros de leche, caseínas, bases para helados, grasa butírica y otros ingredientes lácteos para preparación de alimentos y elaboración de productos lácteos.²⁰ Con ello se

²⁰ En 1995 se instala en México el US Dairy Export Council (USDEC), organismo financiado por sus socios, que constituye un nuevo actor en el sistema de innovación. A la fecha cuenta con 75 miembros que operan en México, constituidos por compañías de Estados Unidos, productoras, distribuidoras y exportadoras, que comercializan sus productos finales y también abastecen al mer-

compone y consolida una mayor vinculación de la cadena de lácteos con el exterior y particularmente con Estados Unidos, que continua siendo el principal proveedor.

La industria de quesos emplea a 12 091 personas (entre obreros y empleados), 27% más que las ocupadas en 1994; sin embargo, hay que considerar que en ese año empezó a bajar la contratación de personal por la crisis. La recuperación ha sido lenta y desfavorable para los trabajadores, ya que el aumento en las remuneraciones en ese mismo periodo ha sido sólo de 22%.²¹ En los años posteriores a 1995 se invierte en este sector productivo, especialmente por las grandes empresas de capital europeo, aunque también invierte una empresa de capital estadounidense, bastante diversificada en productos alimenticios y tabaco, así como empresas de capital nacional. Se presentan procesos de compra de empresas medianas y especialmente de las empresas de leches industrializadas de la paraestatal Liconsa, que acentúan la concentración productiva. También las grandes empresas invirtieron en nuevas plantas e incorporación de equipo automático, equipo manual, máquinas herramientas, otras herramientas de control numérico y en muy pocos casos adquisición de robots, aunque no muy avanzados.²² Los efectos de esas adquisiciones fueron: nuevos productos, mejoramiento de la calidad de la producción, cambios en los procesos productivos y diversificación de productos. Los aumentos en productividad por este concepto fueron bajos.

Las erogaciones en investigación y desarrollo fundamentalmente han estado dirigidas a mejorar los procesos de producción y el diseño de nuevos productos, así como presentación de empaque. Son hechas particularmente por las empre-

cado de nuevos insumos y extensores para la elaboración de lácteos y de ingredientes alimenticios. Con estos productos las empresas compiten con los productores de quesos, helados y otros alimentos finales, así como con la propia producción de leche natural, ya que facilitan su adquisición al capacitar en el uso de extensores sustitutos.

²¹ Cálculos propios con información de la Encuesta Industrial Mensual y del propio Censo Industrial, que proporciona el INEGI.

²² De acuerdo con la Encuesta Nacional de Empleo, Salarios, Tecnología y Capacitación (ENESTYC) 1995 y con la investigación de campo realizada en 2000 y 2003.

sas grandes del sector moderno²³ que gastan 1% de sus ingresos brutos por este concepto, lo que les permite posicionarse mejor en los mercados, a una gran distancia de los establecimientos medianos y pequeños en donde las proporciones han sido menores (0.9% y 0.5%, respectivamente), en tanto que en los microestablecimientos el gasto es nulo. Asimismo, las empresas que invierten en investigación y desarrollo proporcionan capacitación formal a sus trabajadores. En las entrevistas realizadas a funcionarios de esas grandes empresas en 2000 y en 2003 se confirmó este mismo comportamiento en grandes empresas nacionales del ramo.

La industria ha promovido también cambios en la organización del trabajo productivo aplicando diversos tipos de modificaciones, dirigidas al incremento de tareas para cada trabajador, con mayor responsabilidad y con mayor autonomía. Con ello se incide en incremento en la productividad, obtención de mayor calidad, mejoramiento del servicio al cliente y reducción de costos para la empresa. Poco más de la mitad de los establecimientos observaron modificaciones en el empleo, y una mayor parte de empresas redujeron el número de personal ocupado. Aunque hubo también empresas que aumentaron su personal, las variaciones fueron en promedio de 1% en el periodo de plena aplicación del TLCAN.²⁴

La flexibilización de las relaciones laborales hasta 1995 no se reflejaba todavía en un aumento importante del número de trabajadores de carácter eventual, ya que éstos constituían sólo 5% de la plantilla; la mayor parte, 73%, eran trabajadores de planta, y 22%, especialmente en la producción de crema y quesos artesanales, no recibían remuneración alguna. Según la Encuesta Nacional de Empleo, Salarios, Tecnología y Capacitación en la industria manufacturera (ENESTYC), las empresas que contrataban personal eventual en 1995 encontraban que, en 80% de los casos, este tipo de contrataciones les aumentaba la productividad, y en 10% les favorecía el ajuste de la plantilla ante cambios en la

²³ Según la ENESTYC, para 1995 las grandes empresas del sector moderno eran sólo 0.3% del total, en su mayoría de capital extranjero. Esta situación continúa, sólo que ahora destacan también empresas de capital nacional, como Sigma Alimentos Lácteos, que forma parte del grupo Alfa.

²⁴ Cálculos propios con información de la Encuesta Industrial Mensual 1994-2002.

demanda del producto. En los siguientes años, los cambios en la legislación laboral permiten mayor flexibilización laboral, lo que contribuye a favorecer esta tendencia a la contratación mayor de personal eventual. En cuanto a los trabajadores sin remuneración en la producción de quesos y crema artesanales, por las propias características de la producción se infiere que, de mantenerse esta actividad de tipo familiar, algunos miembros de la familia que participan continúan sin recibir retribución. Es importante destacar que la flexibilización laboral tiene que ver también con los cambios en la organización del trabajo y con las modificaciones en las formas de remuneración, incorporando bonos que vinculan la retribución con el desempeño, como los bonos de productividad, calidad, asistencia y/o puntualidad.

Los programas de mejoramiento de la calidad en las empresas de la industria láctea ganan prioridad en su aplicación. De acuerdo con los funcionarios de empresas entrevistados, una elevada proporción de ellas lleva a cabo control de calidad –visual principalmente y a lo largo de todo el proceso productivo–; sólo la quinta parte aplica control de calidad por muestreo. Sin embargo, únicamente seis establecimientos (0.1% del total) cuentan con certificación de control de calidad ISO-9000 e ISO-9001, y 35 más (0.4%) han iniciado o están en proceso de contar con este tipo de certificación. En este ramo son más las empresas que se inclinan por el control de calidad medido por el método de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP, por sus siglas en inglés). Ninguna empresa cuenta con certificación de competencia laboral para su personal.

En resumen, en la industrialización de productos lácteos, aunque una alta proporción de su producción se orienta a la elaboración de quesos, cremas y mantequillas, durante los noventa se acrecentó significativamente la importancia de la industrialización de leche fluida, en lo que constituye un claro proceso de especialización. Resulta evidente, por otra parte, que la recurrencia de las crisis ha impedido en el mediano plazo un proceso generalizado de transformación y modernización de la planta industrial, estrategia con la que se propone hacer frente a la competencia externa a partir de la apertura comercial y de la entrada en vigor del TLCAN.

En el mejor de los casos, el proceso ha sido parcial y se ha concentrado en una parte del sector moderno de la industria, en especial en grandes establecimientos y en algunos medianos de importancia regional, los cuales introdujeron

nuevos equipos para impulsar su modernización; han introducido mejoras y cambios en la organización del trabajo que han fomentado la productividad y aumentado la calidad de los productos; realizan erogaciones en investigación y desarrollo; contratan personal eventual y/o por tiempo parcial en condiciones de mayor flexibilidad laboral y tienen programas de capacitación y formas de remuneración que, al vincular trabajo con resultados, inciden positivamente en la productividad. Sin embargo, son muy pocos los establecimientos que tienen control de calidad de carácter internacional (ISO-9000) y un número adicional está en proceso de conseguirlo, condición necesaria para tener presencia en los mercados internacionales de productos lácteos.

En general, en los productos lácteos finales se observa que las innovaciones tecnológicas en los productos se dirigen a la diferenciación de características funcionales, de calidad, presentación y marcas, en quesos y en otros productos como leche pasteurizada y yogures, y obedecen al desarrollo de la industria integrada internacionalmente, así como a estrategias de las empresas en el ámbito mundial.

En cuanto al abasto de materias primas, las empresas aplican estrategias de coordinación vertical se busca conseguir estándares de calidad, por lo que incentivan la obtención de “leche fría” en la actividad primaria. En la producción de quesos se presenta la exigencia de calidad, particularmente para los quesos tradicionales, que son los de mayor consumo en México, especialmente en higiene y sanidad, así como en sus cualidades organolépticas.

El abastecimiento de materia prima

Respecto a la materia prima, cabe anotar que la producción primaria de leche se modernizó, como respuesta a la demanda de la industria y en una buena parte con el apoyo de las políticas de fomento aplicadas por el Estado, como la liberación en el precio de la leche pasteurizada y el apoyo a la inversión productiva. De esta forma, la producción nacional de leche recuperó su participación en la disponibilidad de leche para consumo y para la industria, al ocupar cerca de 76.5% del mercado nacional en el año 2000, mientras que las importaciones de leche en polvo, que a principios de la década participaban con cerca de 40%,

ahora participan únicamente con 17% y las importaciones de derivados lácteos con 6.5% (medidos en litros equivalentes) (Sagar, CEA, 2002).

Destaca el proceso de fluidez industrial como una figura original que se manifiesta en una mayor dimensión en contacto con la nueva ruralidad, en tanto que expresa la coordinación vertical por parte de la agroindustria hacia los procesos productivos en la ganadería. Con el correr de la apertura comercial, este proceso²⁵ se ha acelerado, como se comprueba con la siguiente información. En 1996 sólo 59% de la leche fluida producida se destinaba a procesos de transformación industrial; el 41% restante se consumía en condiciones naturales, sin control higiénico, como leche sin procesar y como derivados caseros (Sagar, 1996). Según la misma fuente, en el año 2000, 80.9% de la leche fluida producida en el país se destinó a tratamiento y elaboración en la industria y sólo 19.1% fue para consumo directo y para elaboración de derivados artesanales (SAGAR, 2000). Sin embargo, es conveniente hacer notar que en la industria es posible utilizar leche fresca o bien componentes de la leche o leche en polvo, como materia prima en la elaboración de derivados, los cuales resultan con un costo más bajo, por lo que, no obstante la mayor fluidez industrial del bien primario, se presenta un proceso de desencadenamiento endógeno en esta actividad, dando paso a una cadena internacional de lácteos.

En la actividad primaria, la modernización productiva en la ganadería especializada, siguiendo el “modelo holstein”, ha sido muy importante en el crecimiento de la producción industrial de quesos, dada la coordinación vertical que la agroindustria ejerce sobre la actividad primaria, con la exigencia de estándar-

²⁵ En el proceso de fluidez industrial (Vatin, 1990), el flujo de la leche es continuo en un sentido fabril, gracias a la automatización, alcanzándose altos niveles de producción como resultado del aumento en los rendimientos provocados por el desarrollo de técnicas para el mejoramiento genético del ganado, como la inseminación artificial, aunque también se aplica la técnica de trasplante de embriones; el desarrollo de la biotecnología en la cría del ganado, en el mejoramiento de su salud y en el mayor rendimiento productivo (aplicación de la hormona somatotropina en los últimos años); el empleo de equipo de ordeña, de tanques de enfriamiento y de prácticas que intervienen en el manejo del ganado, así como la utilización de concentrados de gran nivel nutricional y mejoramiento de pastos, en beneficio de la alimentación del hato ganadero, para llegar a una calidad homogénea y responder así a las exigencias de la demanda y de la competencia, dirigiéndose hacia la concentración rápida en estructuras industriales.

res de calidad. Pero también destaca como una estrategia de pequeños productores para mantenerse en la actividad y valorizar su producción de leche fresca natural, como respuesta organizada de los productores en la ganadería no especializada, por un lado, hacia la adaptación a las nuevas condiciones de la demanda de la industria, particularmente en la ganadería familiar la producción de “leche fría” con costos mayores; por otro lado, a la formación de organizaciones incipientes de productores para la elaboración de quesos tradicionales con la agrupación de pequeños productores.

Las políticas públicas

En el caso del Estado, las políticas nacionales, sectoriales y locales en la producción de alimentos se orientan más hacia la generación de normas de calidad e higiene. En enero de 1988 se aprueba el Reglamento de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, en el que se dedican varios capítulos para la regulación sanitaria de los lácteos; sin embargo, su puesta en práctica ha sido difícil, entre otras razones por la dificultad de supervisión y control. Desde los años noventa se generan normas por parte del Estado, de la Secretaría de Salud, la Secretaría de Comercio, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y de la Secretaría de Desarrollo Social, que se refieren a la calidad para la leche y lácteos orientados a la seguridad en el consumo de alimentos sanos. En el caso de los quesos, artesanales o industrializados, con diversos métodos de elaboración, desde los más primitivos hasta los más sofisticados y de alta tecnología, se mantiene su definición como producto derivado sólo de la leche (de vaca o de otras especies animales). Por ello en las normas de calidad queda establecido que se debe mantener la naturaleza láctea del queso y, si hay alteraciones, éstas deben quedar claramente especificadas en su denominación. De ahí que las empresas desarrollen ciertas estrategias encaminadas a ampliar y diversificar su producción, cumplir con las normas, certificar la calidad del producto final y algunas estrategias de distribución. Los procesos de transformación en el sector moderno de la industria que han ido encaminados a esos fines, se sustentan con la introducción de maquinaria y equipo, la adquisición de tecnología, la modificación y adaptación de

los procesos de trabajo, la instrumentación de programas de capacitación, las modificaciones en las formas de remuneración y en los mecanismos empleados para el control de la calidad de los productos elaborados.

También se han aplicado programas de estímulos a la producción orientada al mercado interno en el eslabón constituido por la actividad agropecuaria, no así en el eslabón de la actividad industrial, en el que se aplican programas que fomentan el objetivo de producir para vender al exterior. Particularmente en la cadena de lácteos encontramos que se siguen regulaciones y normalizaciones de carácter internacional, fijadas en los acuerdos multilaterales del GATT/OMC (Acuerdo General de Aranceles y Comercio, hoy Organización Mundial de Comercio) y los acuerdos del TLCAN, así como las normalizaciones planteadas en el *Codex alimentarius*, que son de aplicación generalizada.

Así, el nuevo contexto institucional en el que se encuentra la economía mexicana, a partir del agotamiento del modelo de sustitución de importaciones, tiene una fuerte influencia del proceso de globalización que se está desarrollando en los mercados mundiales y de la nueva estrategia de crecimiento. Las medidas adoptadas en 1982, a partir de la firma de “La Carta de Intención” con el Fondo Monetario Internacional, implicaron para la agricultura mexicana una serie de ajustes que modificaron substancialmente la relación del Estado con los productores. Estas medidas comprenden un proceso de liberalización del sector agropecuario, caracterizado por la política de apertura comercial, desde la incorporación al GATT en 1986 con acuerdos multilaterales, especialmente el Acuerdo Internacional de los Productos Lácteos 1980-1991, hasta su redefinición con la puesta en marcha del TLCAN, acuerdos de orden internacional que tienen un carácter supranacional, es decir, que definen el rumbo que tomarán las decisiones de política en el orden nacional.

Como resultado de estas medidas, México reduce las barreras arancelarias en sus importaciones procedentes de los Estados Unidos, a la par que las aumenta en sus importaciones de origen extrarregional (Hernández y Del Valle, 2000), de tal manera que facilita la importación proveniente de Estados Unidos, profundizando una mayor vulnerabilidad de México en su relación con ese país.

Por otra parte, en las condiciones de crisis de la economía mexicana, se recurrió a políticas de ajuste y cambio estructural. Durante la década de los noventa destacan dos grandes reformas institucionales que influyen para dar más seguri-

dad a la inversión. La primera fue la reforma al artículo 27 constitucional (1991-1992) y su Ley Reglamentaria, con lo que se atiende a la tenencia de la tierra y se permite la entrada de capital nacional y extranjero a la agricultura a través de la legalización y la venta de tierras ejidales, y la segunda se refiere a la inversión, con la publicación del Reglamento de la Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera, en 1989, y la Ley de Inversión Extranjera, en 1993, y sus reformas en 1996, que permitieron la entrada del capital nacional y extranjero a la agricultura y ampliar los campos de actividad económica a la participación de inversión extranjera directa, al reducir los requisitos administrativos para su operación y otorgar mayor seguridad jurídica a los inversionistas extranjeros.²⁶

A diferencia de otras ramas, las políticas y programas del Estado mexicano aplicadas a la producción de leche han sido políticas institucionales de fomento, las cuales favorecieron la difusión del “modelo holstein” fundamentalmente en la actividad intensiva. Destacan dos programas dirigidos a la producción primaria y uno a la industria: el Programa de Transición hacia la Autosuficiencia Lechera (Prothal, 1989), el Programa de Producción de Leche y Sustitución de Importaciones 1996-2000; y para apoyar a la industria, el Programa de Importación Temporal para Producir Artículos para la Exportación (PITEX, 1990, 1995 y 1998).

El Prothal muestra claramente la postura del Estado de abandonar las medidas de regulación de esta actividad. El Estado deja de participar directamente en la producción desapareciendo los subsidios a insumos para la alimentación animal y el control de precios de la leche destinada al consumidor.²⁷ Primero se operó con una política de precios concertados, que consistió en la fijación del precio por una comisión nacional; después la concertación se hizo de acuerdo con las características de la región. Finalmente, en los últimos días del año 1996, se publica en el *Diario Oficial de la Federación* la tan esperada liberación del precio de la leche pasteurizada. Esta medida marca el fin de las políticas de

²⁶ A estas medidas se agrega el Acuerdo para la Promoción y Protección Recíproca de las Inversiones, que se establece en los tratados de libre comercio y el Acuerdo Multilateral de Inversión que se fija en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE).

²⁷ Como antecedentes a la década estudiada, las medidas consistentes en fijar los precios al consumidor y subsidiar el precio de los insumos, en el contexto de una política de transferencia de

regulación por parte del Estado y se ingresa a la esfera de las políticas de mercado neoliberales en esta materia. La liberación del precio de las leches pasteurizadas había sido una añeja demanda de los productores, en virtud de que el control de precios provocaba, junto con los altos costos, una escasa rentabilidad, aunque beneficiaba al consumidor permitiendo un mayor acceso a este alimento; sin embargo, el directamente afectado fue y continúa siendo el productor primario. El beneficio de la liberación del precio de la leche ha sido efectivo sólo para los pasteurizadores e industrializadores que logran superar los efectos de los altos costos y revalorizar la calidad de sus productos (Del Valle, 2000).

El Programa de Producción de Leche y Sustitución de Importaciones (1996-2000) se enmarca en los objetivos de la política denominada Alianza para el Campo, en cuanto a lograr un crecimiento de la producción superior al crecimiento de la demanda y a fortalecer la balanza comercial, con base en la declaración de dar un gran apoyo a la transferencia tecnológica dirigida a la mayoría de los productores. La estrategia del programa se orientó a incidir en los aspectos fundamentales de la productividad, tales como la disponibilidad y costo de los alimentos, el mejoramiento del ganado lechero, así como a fortalecer la vinculación de la cadena de producción mediante el apoyo a la inversión en la infraestructura de acopio y procesamiento de leche (Sagar, 1996).

Aun cuando la estrategia de crecimiento del sector consiguió importantes incrementos en la producción de leche, a partir de aumentar los rendimientos y la productividad, el apoyo fue aprovechado fundamentalmente por productores en la ganadería intensiva, aunque también en algunas localidades los productores organizados e integrados verticalmente a la agroindustria obtuvieron algún aprovechamiento. En virtud de que este programa sectorial aplicó con formas de instrumentación generales **sobre** una estructura heterogénea, las distintas propuestas para acceder a **tecnología** han sido una condicionante en su aprovechamiento, ya que el productor individual poco puede hacer con los escasos

subsidios a la exportación de leche en polvo de países excedentarios, dieron por resultado una descapitalización por baja rentabilidad de la actividad productiva en la ganadería lechera, lo cual se reflejó en la disminución del volumen producido y el aumento de las importaciones de leche en polvo.

recursos crediticios que se ponen a su alcance. En cuanto a la integración de la cadena, el programa es insuficiente, no abarca una continuidad a partir del fomento a la producción, ya que las agroindustrias están operando con materia prima de importación en una buena parte, situación que no parece fácil de revertirse.

Por otra parte, se observa una falta de concordancia entre esta política sectorial y la política macroeconómica, especialmente en lo que concierne a la producción de leche. La política es de carácter nacionalista y pareciera que no toma en cuenta los compromisos establecidos en el TLCAN, lo cual se contrapone con la política macroeconómica; en esto tienen un gran peso los acuerdos de ese tratado, las condiciones establecidas por la liberación de los lácteos y la propuesta de fomentar la exportación, como se observa en seguida.

Para la promoción de las exportaciones se encuentra el Programa de Importación Temporal para Producir Artículos de Exportación (PITEX, 1990,1995 y 1998), que establece mecanismos para apoyar a las empresas en sus exportaciones. Con este programa "... se permite a los productores de mercancías destinadas a la exportación, importar temporalmente diversos bienes para ser utilizados en la elaboración de productos de exportación, sin cubrir el pago de los impuestos de importación, del impuesto al valor agregado, y de las cuotas compensatorias en su caso" (PITEX, 1998).²⁸ En la aplicación de este programa destaca la ventaja competitiva que significa el costo de la mano de obra mexicana, según manifestaron varios de los empresarios consultados.

Entre las empresas que utilizan el PITEX están Nestlé de México, Kraft Foods de México y Sigma Alimentos Lácteos.²⁹ Los industriales consideran que el PITEX estimula la transformación, la adición de valor agregado a una mercancía y su reexportación; manifiestan que el incremento en la producción será para la exportación próximamente a Centroamérica y América del Sur. De esta forma se

²⁸ Los compromisos que se adquieren consisten en cumplir requisitos mínimos de exportación: a) 10% de las ventas totales anuales o 500 mil dólares anuales en caso de solicitar importaciones temporales de materias primas, envases y empaques, y combustible y refacciones, y b) 30% de las ventas totales anuales en caso de solicitar importaciones temporales de los bienes incluidos en las últimas dos categorías, maquinaria y equipo.

²⁹ Conforme a la investigación directa y entrevistas realizadas en 1999, Nestlé exporta leches condensada, evaporada y en polvo hacia Estados Unidos, el Caribe y Centroamérica, así como

fortalece la cadena internacional de lácteos y se provoca una desvinculación con la actividad pecuaria nacional. Si bien es cierto que con estas nuevas condiciones institucionales se favorece el crecimiento de la industria de lácteos, con ello se fortalecen las labores propiamente de maquila en las plantas mexicanas, particularmente en grandes empresas, con la posibilidad de bajar costos, con beneficios provenientes tanto de la actividad exportadora como de la producción para el mercado interno.

Por otra parte, las políticas de desarrollo tecnológico han quedado subsumidas a la política industrial, por lo que no han sido capaces de ofrecer una propuesta para incentivar la cooperación entre instituciones y organizaciones a fin de generar conocimiento propio, y en particular de colaborar en la selección, adopción y asimilación de conocimiento para innovar, sobre la base del conocimiento de los problemas concretos y específicos de la estructura socioeconómica nacional. En este sentido el nuevo Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT) 2001-2006, en su propuesta para adoptar una política de innovación de acuerdo con un enfoque sistémico, mantiene el planteamiento de que el principal actor en la generación de conocimiento es el área de investigación y desarrollo, es decir, nuevamente se parte de la oferta de conocimiento en paralelo a la demanda, aunque hay un reconocimiento de la necesidad de apoyar proyectos que se aboquen a la incorporación de innovaciones en la producción, con la orientación de la investigación y capacitación de recursos humanos para conseguir competitividad, mediante la vinculación entre la empresa, centros de in-

fórmulas infantiles y chocolates, entre otros productos. Esta empresa cuenta con una planta en Chiapas dedicada exclusivamente a la producción de leche en polvo (Nido) para exportación. La expansión de esta empresa en México como exportadora confirma la importancia de la apertura comercial, todo el ambiente de tratados comerciales y particularmente el TLCAN, así como los programas particulares, que aumentan el horizonte del mercado, les permiten aprovechar la capacidad instalada y ampliar la inversión productiva. Kraft, después de 1995, ha estado sujeta a una reconversión de su planta productiva para aprovechar los tratados establecidos, los cuales “prometen mucho”. En el caso de Sigma Alimentos, empresa de capital nacional, con una producción diversificada, ha realizado fuertes inversiones en yogures y quesos, y cuenta con una amplia capacidad de distribución que seguramente le permitirá en corto plazo exportar quesos, ya que en yogur su marca es empleada en otros países y el mercado nacional tiene todavía un potencial no aprovechado de demanda que se puede cubrir.

vestigación e instituciones de educación superior, en los que las organizaciones empresariales que participen recibirán estímulos fiscales. Al respecto, no parecen estar muy claros los instrumentos para llevar a cabo este objetivo sólo con fomentar la investigación y desarrollo, sin considerar los cambios en el mercado.

En estas condiciones, la carencia de generación de tecnología propia, y lo que es más, la carencia de una vinculación con los centros de investigación en México para definir la tecnología por emplear, adoptar y asimilar, de acuerdo con los recursos naturales y humanos, favorece la difusión de tecnologías provenientes del exterior, por medio de la compra de equipo, de materias primas e insumos que continúan profundizando la aplicación de un modelo productivo que corresponde a condiciones económicas y sociales distintas, que cuando menos resulta costoso, no sólo en términos de costos de producción, sino en términos de falta de aprovechamiento de los recursos en la generación de capacidades tecnológicas que limitan el desarrollo futuro.

Como se puede observar, para la agroindustria el recurso aprovechable para su participación competitiva sigue siendo la fuerza de trabajo y los bajos costos que puedan obtener de la leche fresca producida internamente, o de las materias primas de importación que sustituyen este producto. El beneficio ha sido para las grandes empresas, tanto nacionales como las transnacionales, que son las que tienen las condiciones para aplicarlo.

Cabe destacar que para los actores entrevistados, entre funcionarios de empresas nacionales y productores, el cambio en la política de precios ha sido la medida más importante en el mejoramiento del comportamiento de la producción lechera. Para algunos, la liberación del precio a la leche pasteurizada ha sido definitiva en el incremento en la producción de leche observado en la última década. En cambio, estos mismos informantes consideran que la apertura comercial unilateral y el TLCAN resultan más una amenaza que un estímulo al desarrollo endógeno de la cadena de lácteos.

Las nuevas condiciones productivas surgidas en México como consecuencia del proceso de integración con Estados Unidos determinan la vulnerabilidad dada la precaria posición competitiva de México frente a ese país, por ejemplo en el rendimiento por vaca, que en México es en promedio de sólo un sexto del de Estados Unidos. Igualmente, la productividad laboral es en México de sólo entre una cuarta y una quinta parte de la prevaleciente en aquel país. Los mayores

costos de la leche natural en México respecto a Estados Unidos se ven además afectados por los movimientos en el tipo de cambio real y por las altas tasas de interés que elevan los costos financieros. La ventaja que sigue siendo importante para México, como ya se señaló, es la que se refiere al costo unitario de la mano de obra, que es entre una quinta y una décima parte del correspondiente en Estados Unidos (Hernández y del Valle, 2000).

Desde 1994 la producción de quesos se observa como una actividad prometedora, aún de acuerdo con el modelo exportador, por las ventajas que se establecen en los acuerdos del TLCAN, con cuotas amplias para facilitar la introducción de quesos al extenso mercado de mexicanos en Estados Unidos. Sin embargo, como ya se señaló, la respuesta de las empresas productoras ha sido todavía bastante reducida y lenta en cuanto a la exportación.

Ahora bien, si se piensa en el mercado interno, la producción de quesos para los pequeños productores de leche organizados significa una valorización de su producto al realizar un desarrollo hacia adelante con la elaboración de quesos tradicionales de la región en que se encuentran. Las exigencias dadas por la normalización dictada para estos alimentos constituye una barrera de entrada, tan importante como la propia organización para producir y distribuir.

Los centros de investigación e instituciones de educación superior

En los centros de investigación se tiende a prestar mayor atención a la demanda de los usuarios de innovaciones tecnológicas, en un contexto en el que las políticas dictadas por organismos supranacionales y las establecidas en los tratados comerciales dan la pauta para la incorporación de las innovaciones tecnológicas, en un marco regulatorio ahora con el paradigma de calidad e inocuidad. Este ideal, si bien significa mayor atención al consumidor, es también un reto para los productores, pues lograr esos objetivos manteniendo las condiciones organolépticas del queso, en este caso, requiere de apoyo técnico especializado.

En la actualidad se cuenta con poco más de 25 centros y dependencias de educación superior que incorporan en su quehacer el estudio de los lácteos, y cuyas líneas de investigación se refieren a quesos. Desde luego, habrá que considerar y hacer mención de las escuelas y facultades de veterinaria y zootecnia y

de las que se dedican a estudios agropecuarios y rurales. Pero en el caso particular de los quesos, se han abierto líneas de investigación básica y aplicada que responden a promoción y demanda de innovación y transferencia de tecnología en este alimento. En gran parte responden a problemas y necesidades concretas, que en muchos casos tienen que ver con una región o una localidad. Por ejemplo, en Chihuahua se encuentra el Centro de Desarrollo Tecnológico para la Industria Láctea (CDTIL), que cubre la necesidad de dar apoyo a la creciente producción lechera y a la creación de nuevos productos y procesos que agreguen valor a dicha actividad. Destaca por sus aportes para cubrir todos los aspectos normativos y de protección a la propiedad intelectual del queso menonita, producto tradicional de esta entidad. Sobre este mismo producto también se realizan investigaciones en la Universidad Autónoma de Chihuahua.

En la UNAM, varias de sus dependencias desarrollan trabajos sobre lácteos y forman profesionistas en áreas de estudio de carácter más amplio, pero que dan lugar a la dedicación a los lácteos. En la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se cuenta con espacio de docencia e investigación en lácteos; especialmente se ha desarrollado la explotación de caprinos con la producción de quesos, cajeta y otros dulces. Prácticas semejantes se realizan en otros centros de investigación de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia.

Aun cuando no existe una especialidad en lácteos, en varias universidades se imparten materias en procesamiento de alimentos e industrialización de productos lácteos, como la Universidad Autónoma Chapingo, y el CIESTAAM de la misma universidad; la UAM en sus tres Módulos; el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey; la Universidad de Guadalajara, y el Instituto de Agroindustrias de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

El Centro de Investigación y Desarrollo, en el área de alimentos, localizado en Sonora, desarrolla nuevos procesos para ser más competitivos y mejorar la calidad en lácteos. Se despliega una línea de investigación sobre la implementación de procesos biotecnológicos en la tecnificación y estandarización de la elaboración artesanal de quesos.

La Universidad Autónoma de Chiapas y la Universidad Autónoma de Sinaloa trabajan sobre problemas de lácteos en su región. Igualmente las universidades autónomas de Querétaro y la del estado de Hidalgo, con el Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, trabajan sobre propiedades

térmicas de los quesos mexicanos y mejoramiento del requesón, así como calidad en productos lácteos.

En varias de estas instituciones se cuenta con una oferta de tecnología que se acerca a las necesidades de las regiones en que se encuentran, incluso en la formación de profesionales capacitados, aunque no siempre están vinculados a los agentes productivos.

Un ejemplo muy importante por destacar es el resultado del esfuerzo de una investigadora del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), la maestra Patricia Chombo y productores de queso Cotija.³⁰ La maestra Chombo realizó toda una pesquisa previa, que inició con la localización geográfica de los productores y, después de convencer a las autoridades municipales de la importancia de su proyecto, convocó reuniones en las que persuadió a los productores a participar en él, no sin antes pasar por dificultades de comunicación por el propio carácter de la propuesta y por su condición de mujer. La investigadora se ha vinculado con productores del queso que se produce en la Región de Cotija, en la zona limítrofe entre Jalisco y Michoacán, para conseguir que los productores en una mínima organización mejoren la calidad de su producto y proyecten sus ventas a un mercado más amplio participando en ferias y exposiciones. La maestra asiste al cuidado del procesamiento de este alimento con el análisis del producto y la capacitación impartida a los productores, desde el manejo del ganado, la ordeña y la maduración del queso con prácticas de higiene, la utilización y en su caso construcción de infraestructura adecuada para cumplir con normas de higiene, en espacios adecuados, contando con el propio interés de los productores que realizan una actividad de tipo familiar. En este proyecto se ha buscado el apoyo financiero de acuerdo con los programas de gobierno, para mejorar la infraestructura. Con ello se pretende conseguir y se obtiene un producto de calidad e inocuidad, con valor agregado. El siguiente paso ha sido buscar la certificación de calidad y la *denominación de origen* del queso cotija para beneficio de los productores de la

³⁰ El queso Cotija es característico por su corteza gruesa y su peso de más de 20 kilos; tiene un sabor, textura y aromas propios, es ligeramente más salado que los quesos frescos y al menos tiene tres meses de añejamiento.

región. Mientras tanto, según el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), han optado por crear una marca colectiva para la identificación del queso cotija.

La importancia de resultados como éste es que hay una genuina y clara comunicación entre la investigadora y las 300 familias que producen el queso, constituyéndose en un *sistema local de producción*. También se está muy consciente de que se requiere de la organización de productores no sólo para hacer el esfuerzo productivo cumpliendo con las normas requeridas para obtener un producto de calidad, sino para obtener recursos para apoyar sus actividades productivas y buscar formas de venta de su producto, apoyándose en el intermediario distribuidor de siempre, con una mejor negociación en el precio, pero también buscando nuevos espacios de venta. Al respecto, este camino se ha iniciado con la pequeña organización de ocho productores para los que Fonaes aprobó un financiamiento de 500 mil pesos para la construcción de una sala de ordeña. Después de un buen tiempo para cubrir todos los requisitos, en el momento de la entrevista (5 de junio de 2003) todavía no se les había entregado el dinero del crédito aprobado.

Ahora bien, la fabricación de queso de calidad aparece como una condición necesaria, pero no suficiente. Para valorizar los sistemas locales de producción, como en este caso, se hace necesaria la organización de los productores para la calidad. Se busca, además de un reconocimiento, una certificación de calidad, y se aplica un estrategia de diferenciación como la “denominación de origen”, que se vincula con la región (denominación geográfica) y con las características que le imprimen las condiciones físicas del espacio en que se produce. En este caso se refiere a la Sierra Occidental de Jalisco y Michoacán, región “Jalmich”;³¹ el queso es producido de manera artesanal, con materia prima natural proveniente de ganado criollo con ciertos aportes genéticos de *holstein*, alimentado mediante pastoreo. De acuerdo con la Cámara de la Industria Alimenticia del Estado de Jalisco, se llegan a producir hasta 500 toneladas por temporada. Ya

³¹ La región que abarca la producción de queso cotija está constituida por: el municipio de Santa María Jilotlán y Quitupan en Jalisco, las rancherías cercanas a Cotija (en la cabecera municipal no se produce el queso), Tocumbo y el municipio de Los Reyes, en Michoacán.

se solicitó el reconocimiento de esta forma de propiedad industrial, que constituye un instrumento que reconoce la calidad e inocuidad del producto, lo que permite una forma de introducción al mercado.

No es fácil que los pequeños productores tengan acceso a una vinculación con los centros de investigación, especialmente porque ahora los resultados de la investigación no se traducen en un bien público, sino privado, porque los trabajos se hacen sólo si hay recursos de por medio, y los pequeños productores no están en condiciones de pagar. Por eso es tan importante que los recursos públicos se destinen con mayor atención a este tipo de esfuerzos, en los que se parte de los centros de investigación, por la sensibilidad de los investigadores hacia estos problemas. Como la maestra Chombo expresa: “El proyecto fue de fuera hacia dentro, ha sido importante estar cerca de sus necesidades y convencerlos de la importancia de las medidas de higiene, para producir leche de calidad, lo que les permite comercializarla ya sea como leche para la industria (Nestlé, Parmalat, etc.) o bien desarrollar la producción del queso”.

La enseñanza fundamental de este ejemplo es que es importante tejer la realidad de los productores con la de las instituciones y considerar que cada actor tenga la oportunidad de iniciar el tejido de la red. Los productores deben tener oportunidad de manifestar sus necesidades de apoyo, para desarrollar sus actividades en los términos que ahora demandan los consumidores; con este fin las instituciones de investigación también deben tener la oportunidad, mediante el financiamiento de proyectos, de vincularse a productores buscando apoyarlos en la demanda de conocimientos tecnológicos para que mejoren la calidad y aporten valor a productos que, como en este caso, aplican un conocimiento que tiene 400 años de existencia y se está extinguiendo por falta de oportunidades. Las instituciones están obligadas a generar programas que fomenten esta vinculación con apoyos financieros, también deben ser capaces de captar a los productores mediante una mayor cobertura a la información sobre los programas que aplican. Los gobiernos federal, estatal y local tendrían que considerar estas cuestiones para generar una política de difusión y generación de innovaciones que comprenda además el rescate de conocimientos en la producción de alimentos tradicionales y dirigir sus apoyos a la población necesitada y con capacidad para responder; en todo caso, generar esa capacidad de respuesta en sus propios programas.

Conclusiones y reflexiones

El proceso de integración regional de México a Estados Unidos se ha visto acompañado por factores externos e internos que generan una integración de carácter desigual y asimétrico, debido por una parte a las negociaciones establecidas en la incorporación de México al GATT y, por otra parte, a procesos de carácter interno como la crisis de finales de 1994, la aplicación de políticas de ajuste estructural orientadas a favorecer al sector externo de la economía y la operatividad del TLCAN.

La estrategia gubernamental, basada en fomentar el desarrollo del complejo productivo de lácteos, ha sido conveniente por estar ligada a los recursos naturales con la actividad agropecuaria y dirigida principalmente al consumo interno de alimentos básicos. Sin embargo, el crecimiento observado no ha sido acompañado por una mayor vinculación con el eslabón primario en su conjunto sino particularmente con la actividad intensiva, y tiende a orientarse al consumo de medianos y altos ingresos y recientemente a la exportación.

Los efectos de la integración por el TLCAN han provocado cambios en las estrategias de los actores sociales, cuyo comportamiento a partir de la apertura tiene como eje la incorporación de valor agregado y la búsqueda de mayor eficiencia para alcanzar mejores niveles de competitividad. En este proceso la industria ejerce relaciones de control sobre el mercado de abasto de materia prima, requiriendo del sector agropecuario productos estandarizados que permitan una mayor fluidez industrial. En México es dirigido principalmente por empresas transnacionales, seguido por grandes empresas de capital nacional, las cuales han sido las principales beneficiarias, mientras que los productores primarios son los que llevan el peso de las transformaciones por incorporación de tecnologías de producto y proceso y de cambios en la organización.

En la industrialización de productos lácteos, aunque una alta proporción de su producción se orienta a la elaboración de quesos, cremas y mantequillas, durante los noventa se acrecentó significativamente la importancia de la industrialización de leche fluida, en lo que constituye un claro proceso de especialización. Estas empresas han aprovechado su capacidad instalada en la obtención de leche fluida higienizada, en varias presentaciones, pero también han aportado

recursos para diversificar su producción. En esa dirección incluyen la producción de quesos, yogures y otros lácteos.

Resulta evidente, por otra parte, que la recurrencia de las crisis ha impedido en el mediano plazo un proceso generalizado de transformación y modernización de la planta industrial, que se requeriría para hacer frente a la competencia externa a partir de la apertura comercial y la aplicación del TLCAN. En el mejor de los casos, el proceso ha sido parcial y se ha concentrado en una parte del sector moderno de la industria, en especial en los medianos y grandes establecimientos, los cuales introdujeron nuevos equipos para impulsar su modernización; han introducido mejoras y cambios en la organización del trabajo que han fomentado la productividad y aumentado la calidad de los productos; realizan erogaciones en investigación y desarrollo; contratan personal eventual y/o por tiempo parcial y aplican formas de remuneración en condiciones de mayor flexibilidad laboral; asimismo, tienen programas de capacitación y formas de remuneración que, al vincular trabajo con resultados, inciden en el aumento de la productividad.

La transformación en el patrón de inversión productiva se observa en dos vertientes: en el interior de las empresas y cambios en la participación del capital nacional y extranjero. En el interior de las firmas visitadas, la inversión se orientó a aumentar la producción con una mayor diversificación de productos; a la expansión de la planta productiva mediante la compra de empresas ya existentes, al desarrollo de nuevos productos, a la compra de marcas y a la implementación de nuevos procesos tecnológicos. Esos cambios obedecen, según los empresarios entrevistados, primero a cambios ligados con la calidad y la diferenciación de los bienes, por la competencia en los mercados, al mejoramiento de la calidad en el manejo de la leche fresca y a una nueva política de las empresas de ampliar las fronteras de sus ventas hacia el exterior, fundamentalmente en las empresas transnacionales.

El proceso de integración en la región de Norteamérica, sumado a los factores descritos, ha tenido efectos determinantes sobre la estructura de los mercados en el sector lácteo mexicano. Con la apertura comercial y el TLCAN se redujeron los espacios para la operación de productores pequeños y medianos, cuya actividad ahora reclama la necesidad de asociarse entre ellos como productores organizados. Así, la estructura del mercado de los productos lácteos en México

es de carácter marcadamente oligopólico, en la cual sólo las empresas eficientes, de mayor tamaño, más capitalizadas y con mayor diversificación, en su mayor parte las transnacionales, tienen capacidad para competir con las importaciones e iniciar la ruta exportadora.

Sin embargo, los efectos de la integración también han provocado cambios en las estrategias de los actores sociales, cuyo comportamiento a partir de la apertura tiene como eje, por una parte, la búsqueda de mayor eficiencia para alcanzar mejores niveles de competitividad y, por otra, la diferenciación. En cuanto a la eficiencia, la industria ejerce relaciones de control sobre el mercado de abasto de materia prima, requiriendo del sector agropecuario productos estandarizados que permitan una mayor fluidez industrial. Este proceso en México es dirigido principalmente por empresas transnacionales y por las grandes empresas de capital nacional, que imponen nuevas formas de organización a los productores que garanticen materia prima con mayor valor agregado: leche fría, y que mantengan el suministro continuo.

Sobre el segundo aspecto, para los productores y empresas que no tienen una situación dominante, las estrategias de diferenciación representan una opción competitiva, particularmente en mercados regionales y locales. En el caso de los quesos, particularmente los tradicionales de varias regiones mexicanas, se considera que hay oportunidades si se apoya su desarrollo con políticas dirigidas a obtener bienes diferenciados por su calidad. Mediante el mejoramiento de los procesos productivos, el rescate de los conocimientos tradicionales con la aplicación de cuidados en la higiene para destacar las características organolépticas, la vinculación al territorio, la salud y la nutrición se obtiene un producto natural y típico, que cumple con las normas establecidas de calidad y etiquetado.

Ahora que la mayor parte de los lácteos están libres de aranceles en la región de América del Norte, es de esperar que empresas transnacionales globalizadas de origen distinto de Estados Unidos, con interés de aprovechar no sólo el mercado mexicano, sino la posibilidad de exportar a ese país, podrían continuar con sus inversiones en México, siempre que se mantenga cierta estabilidad.

La liberación del comercio de extensores para la producción de lácteos, que ya existe, pero que se fortalecerá con las facilidades para la importación de leche en polvo descremada, permitirá que se continúe desarrollando el segmento

de productos para consumidores de bajos ingresos, especialmente de quesos frescos (de imitación) y de fórmulas lácteas que se venden como “leche”. La tendencia a intensificar la elaboración de estos productos será mayor, debido a que el eje de la competitividad son los precios, y a que hay un amplio mercado de familias de bajos recursos.

Con la reforma institucional, particularmente con los PITEX, se continuarán estimulando formas de producción en las que se aproveche la mayor ventaja competitiva de México: el empleo de mano de obra capacitada y barata. Con ello se tenderá a favorecer una producción con carácter de maquila que debilitará aún más la cadena agroindustrial de lácteos en México.

Para enfrentar estos retos considero necesario evaluar las capacidades endógenas. Para ello es necesario fomentar los estudios regionales y locales a fin de conocer las condiciones de los recursos en donde se desarrollan los procesos de producción y su vinculación con la industrialización, y donde surgen las organizaciones nucleares de productores. Se requiere la evaluación del conocimiento codificado y codificable; identificar y analizar los alcances de la infraestructura de investigación y formación de profesionales y especialistas; reorientar nuevamente la participación del Estado con políticas de fomento hacia la seguridad alimentaria con autosuficiencia, e identificar los factores de la nueva institucionalización que permitan apoyarse en las capacidades endógenas vinculando los sectores productivos con los centros de investigación, con el objetivo de conseguir beneficio social.

Bibliografía

- Arroyo, G. (1989), *La pérdida de la autosuficiencia alimentaria y el auge de la ganadería en México*, México, Plaza y Valdés.
- Coriat, B. y O. Winstein (2002), “Organizaciones, empresas e instituciones en la generación de innovación”, *Research Policy*, núm. 31, pp. 273-290.
- Del Valle, M. (2000), *La innovación tecnológica en el sistema lácteo mexicano y su entorno mundial*, México, IIEC, UNAM y Miguel Ángel Porrúa, Librero-Editor.
- Dosi, G. (1988), “Trayectoria tecnológica: el patrón de solución normal de los problemas dentro de un paradigma tecnológico”, “Technical Change and In-

- dustrial Transformation”, cap. 2 de Dosi, Freeman, Nelson *et al.* (1988), *Technical Change and Economic theory*, Londres, Printer Publishers.
- FAO (1980-1998), *Anuarios de Producción*, en Faostat; www.fao.org
- Hernández, E. y M. del C. del Valle (2000), *La industria láctea de México en el contexto del Tratado de Libre Comercio de América del Norte*, Buenos Aires, BID-INTAL.
- INEGI (2000), *XV Censo industrial*, *Censos Económicos* (1999).
- (1995), *Encuesta nacional de empleo, salarios, tecnología y capacitación en el sector manufacturero* (ENESTyC).
- Katz, J. (1986), *Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica latinoamericana: el caso de la industria metalmecánica*, Buenos Aires, BID-CEPAL.
- Malerba, F. (2000), “Sistemas sectoriales de innovación y producción”, *Research Policy*.
- OECD (1997), *Examen de las políticas agrícolas de México*, París.
- Pérez, C. (1986), “Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto”, en Carlos Ominami (comp.), *La Tercera Revolución Industrial. Impactos internacionales del actual viraje tecnológico*, Argentina, RIAL Anuario, Grupo Editor Latinoamericano.
- (2001), “Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil”, *Revista de la CEPAL*, núm. 75, pp. 116-136, diciembre.
- Rama, R. (1993), “El entorno tecnológico de la industria alimentaria”, *Comercio Exterior*, vol.43, núm. 3, México.
- (2001), “Teorías, especificidades y actores en la innovación agroalimentaria”, en María del Carmen del Valle (comp.), *Transformaciones agroalimentarias en los albores del Tercer Milenio*, disco compacto, México, IIEC-UNAM.
- Reig, N. (1980), “La economía ganadera mundial: hegemonía de Estados Unidos y nuevas tendencias”, *Estudios del Tercer Mundo*, vol. 3, núm. 2, junio, pp. 73-98.
- S/A (2002), *The Wall Stret Journal of Americas*, 18 de junio.
- Sagar (1996), *Programa de producción de leche y de sustitución de las importaciones*, México.
- (2000), *Situación actual y perspectivas de la producción de leche de bovino en México, 1990-2000*, México.

- Sagar, CEA, (2000), *Producción de leche de ganado bovino en México*, Sagarpa.
- Sanz, J. (2004), “Estrategias de diferenciación y de calidad en el aceite de oliva. Certificaciones de calidad y denominaciones de origen”, *documento de trabajo del proyecto de investigación SEC99-1208 del plan Nacional de I+D*, España, Instituto de Economía y Geografía (CESIC).
- SARH (1989), *Programa de transición hacia la autosuficiencia lechera*, México.
- Secofi (1990, 1995 y 1998), *Programa de Importación Temporal para Producir Artículos de Exportación*, México.
- SIAP, Sagarpa (2002), *Boletín de Leche*, México.
- Solleiro, J. (2003), *El programa especial de ciencia y tecnología 2001-2006 (PECYT) y el Sistema nacional de innovación*, presentación en Mesa redonda en el Posgrado de Economía-UNAM.
- Vatin, F. (1990), *L'Industrie du lait. Essai d'histoire économique*, París, Editions L'Hartmattan.
- Wisconsin Center for Dairy Research (2001), “Programa de aplicaciones de suero”, *Énfasis, Alimentos Tecnología Empaque*, año 1, núm 5, ago.-sep., México, COIN, ATAM, pp. 6-15.

6

Innovaciones y cambios tecnológicos en los procesos de producción artesanal

*María Elena Lopes Pacheco**

Parecerá extraño presentar un trabajo sobre la producción artesanal dentro de un conjunto de aportaciones que abordan la innovación y el cambio tecnológico en la industria manufacturera, sobre todo cuando dicha producción es generalmente considerada como antecedente de la producción industrial. Sin embargo, los cambios tecnológicos se suscitan en toda actividad productiva,¹ aun en aquéllas de las que muchas veces no se tiene conocimiento, es decir, las que se llevan a cabo en algunas comunidades rurales muy lejanas de las urbes.

* Profesionista administrativa del Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, naeleo115@yahoo.com.mx

¹ “La tecnología vista... como conocimiento humano aplicado a la producción; es decir, se trata de la aplicación de conocimientos tradicionales y/o científicos para producir bienes y servicios de forma sistemática. Las tecnologías tradicionales estarían relacionadas con todos aquellos conocimientos que son producto de la experiencia, que se ha sistematizado como fruto de reflexiones basadas en la percepción y la experimentación a través de la producción y que se ha transmitido de generación en generación. A su vez, las tecnologías avanzadas estarían formadas por el conjunto de técnicas para producir, transportar y distribuir bienes y servicios que se basan en el conocimiento más formalizado, que se puede denominar conocimiento ‘científico’” (Rosegger, citado en Vázquez Barquero, 1999).

En plena era de la globalización existe la producción artesanal; quizá se piense que no debiera existir más, pero la realidad es que coexiste con las otras formas; por tanto, se justifica estudiarla. Este trabajo constituye un acercamiento somero al conocimiento de los cambios e innovaciones que pudiera haber en este tipo de producción, así como de las posibilidades de colaboración que tienen los artesanos con las instituciones de investigación.

Con la primera Revolución Industrial se da la sustitución de la producción artesanal por la producción manufacturera; sin embargo, hoy aún es notoria la permanencia y en ocasiones la renovación de técnicas tradicionales (Corona, 1999).

Esto se observa en varios estados de nuestro país, como en el caso de Oaxaca, que se caracteriza por ser una entidad en que mujeres y hombres de diversas poblaciones tienen como actividad principal la producción de artesanías, elaboradas con tecnología que data de la era prehispánica, en algunos casos combinada con formas y técnicas introducidas durante la Colonia, que han sufrido transformaciones en los últimos tiempos.

Un trabajo artesanal importante en el estado de Oaxaca es la alfarería. Para algunas comunidades es la principal actividad económica; para otras, es complementaria, y hay una tendencia a que cada vez más zonas cambien la producción agrícola por la artesanal observándose, además, que es una labor fundamentalmente femenina (Matadamas *et al.*, 1999).

A pesar de que muchas de estas poblaciones se encuentran alejadas de las zonas urbanas, no escapan de la influencia de las transformaciones económicas de los últimos 30 años. En efecto, para seguir subsistiendo tendrán que llevar a cabo algunos cambios de materiales dañinos para la salud o que afectan al ambiente, así como algunos procesos y herramientas que están directamente vinculados con la materia prima.

Por otro lado, la producción alfarera —igual que otras artesanías— se elabora con herramientas rudimentarias, lo cual no sólo requiere de un conocimiento en el manejo de dichos instrumentos sino también de la técnica. En el caso de los alfareros su experiencia en el uso de los materiales les permite diferenciar las propiedades y naturaleza de acuerdo con los requerimientos de los diferentes productos.

Una investigación para recuperar dicho conocimiento llevaría mucho tiempo y recursos económicos; por ello es importante obtener esa información de quienes son conocedores.

Por otro lado, en términos de políticas gubernamentales ha habido acciones como el “Convenio de concertación de acciones para la solución integral de los problemas relativos al contenido de plomo en productos que pudieran constituir un riesgo para la salud y ecosistemas” en 1991; en 1993, la Secretaría de Salud creó dos normas: NOM-004, Usos del óxido de plomo y NOM-011, Niveles de plomo en la alfarería; en ese mismo año el Fondo Nacional para las Artesanías (Fonart) estableció un “Programa estratégico para la sustitución del plomo y combustible en la alfarería vidriada tradicional” y para 1999 la Secretaría de Salud estableció el “Programa conjunto para la prevención y el control de la intoxicación por óxido de plomo usado en la alfarería”.

Como se puede observar, hay “preocupación” e intentos por resolver el problema. Estas instituciones también han invertido en investigaciones, es decir, han financiado a investigadores para que aborden la problemática de los alfareros, pero en muchas ocasiones las soluciones resultan costosas para los productores.

En este sentido, este estudio parte de la premisa de que los alfareros no han realizado cambios en el tipo de herramientas y equipos porque éstos son costosos y los ingresos que obtienen con los métodos actuales sólo les permiten subsistir.

A partir de lo anterior, surgen las siguientes interrogantes: ¿hay cambios en la producción alfarera?, ¿en qué consisten?, ¿qué factores se oponen a ellos?, y ¿cuáles son necesarios para la permanencia de esta producción?

Para responder a estas interrogantes, en este trabajo se estudiarán los cambios e innovaciones tecnológicos en la producción alfarera de Santa María Atzompa, Oaxaca, a través de una breve exposición de los procesos que conlleva la elaboración de la alfarería de esta localidad por ser éste uno de los centros más importantes de producción alfarera del estado.

Los cambios en los procesos de la elaboración de la alfarería de uso doméstico

Atzompa es una comunidad alfarera; aproximadamente 80% de su población económicamente activa (PEA) se dedica a esta actividad. El espacio doméstico constituye también el taller, lo que convierte a la alfarería en una extensión de las labores domésticas para los y las integrantes de la familia, ya que compaginan sus quehaceres del hogar con los productivos.

En la producción alfarera la familia desempeña un papel importante, pues es la mano de obra para realizar dicha actividad; en los diferentes procesos tienen participación, niños, niñas, mujeres y hombres adultos, al igual que los ancianos y ancianas. Si bien ciertas actividades son exclusivas de los hombres, otras son exclusivas de las mujeres; ejemplo de ello es que la extracción del barro es una actividad asignada socialmente a los hombres y la elaboración de la alfarería es actividad de las mujeres;² sin embargo, hay varias fases en el proceso que comparten ambos sexos.

A continuación se describen de manera sucinta las fases que componen el proceso alfarero para la obtención de un objeto.

La producción inicia con la obtención de la materia prima básica. Los alfareos extraen el barro en minas localizadas en las áreas que corresponden al municipio de su localidad; en cuanto a la forma y equipo para realizar esta labor no ha habido cambios. Las herramientas utilizadas son rudimentarias: pico, barreta, pala, cubeta, costales de ixtle, espalda y brazos fuertes, una bestia de carga, aunque actualmente algunos utilizan transporte mecánico (camiones de carga).

² El modelado de “la cerámica es en primer lugar —y en algunas regiones hasta exclusivamente— trabajo femenino. Franz Boas (arte primitivo) dice de los pueblos indios del suroeste de Estados Unidos: ‘como la cerámica es un arte femenino, las mujeres son las artistas más productoras entre los pueblos indios’” (Westheim, 1962:4).

“Se ha sugerido que la cerámica del México antiguo era manufacturada principalmente por mujeres... puesto que si los hombres cazaban, pescaban y cultivaban los campos, entonces la mujer —aparte de sus faenas agrícolas— se dedicaba a otras tareas, entre ellas la de preparar alimentos y, consecuentemente, de la fabricación de vasijas. En algunas comunidades indígenas de nuestros días observamos que la fabricación de la cerámica es actividad femenina, no así en localidades mestizas donde, por lo general, es trabajo de ambos sexos” (López Cervantes, 1983:14).

Tampoco ha sufrido cambios la preparación del barro; los utensilios empleados son sencillos y rudimentarios. Se utilizan dos tipos de barro; cada uno sigue procesos diferentes de preparación. Uno de ellos se tritura con un mazo que es elaborado por los propios alfareros;³ para cernirlo utilizan como colador un pedazo de bolsa de ixtle. El otro barro se pone a remojar en cazuelas o cubetas de pintura; también usan un colador de cocina para colarlo y de esa manera eliminar las piedras o cualquier partícula que pudiera contener el barro, quedando éste en como sustancia semisólida. Para la mezcla de ambos barros emplean cazuelas o grandes recipientes de aluminio.

En la elaboración de los diferentes objetos de uso doméstico se utiliza una serie de instrumentos sencillos, como una cubeta pequeña para agua, pedazos de jícara que sirven para alisar la parte interna de las piezas, un trozo de sombrero de fieltro o una hoja de alguna planta para alisar las orillas; requieren moldes de diferentes tamaños y formas: los hay planos o semihondos; éstos pueden ser de barro o madera. Con estas herramientas y la materia prima inician el modelado o “parar”.⁴

El modelado consiste en darle la forma del objeto con la técnica del “rollo”, de tradición prehispánica.⁵ Después se raspa la parte interna del objeto con un pedazo de jícara para eliminar el exceso de barro; a esto se le llama “alineado” o “componer”, y se agregan el cuello y el asa, si el objeto lo requiere.

El “raspado” consiste en eliminar todas las imperfecciones; por ejemplo, cuando se retira la pieza de la base donde fue modelada, se raspa especialmente la parte que se encontraba en contacto con dicha base la herramienta que utilizan para ello es un fragmento de metal plano; realizan esta actividad prioritariamente

³ Es un tronco ligero y fuerte, más grueso en uno de sus extremos.

⁴ En la comunidad así se denomina al modelado.

⁵ Técnica practicada por el alfarero prehispánico, similar a las de otras partes del mundo, quizá la más antigua es el modelado, del cual podemos considerar dos variantes: una sería la fabricación de la vasija a partir de un bloque o pella de barro trabajada directamente con los dedos. La otra variante de este método sería el enrollado, que consiste en formar el cuerpo de la vasija a partir de rollos de arcilla colocados uno encima de otro o bien mediante un largo rollo, luego emparejado con algún instrumento o con los dedos. Generalmente en este proceso se trabaja la base por separado (López Cervantes, 1983:21).

los varones, aunque en ocasiones participan las alfareras. Finalmente se pule la parte exterior de la loza con una piedra de río, a fin de tapar los poros y darle brillo y un mejor acabado. Aquí termina el proceso de elaboración de la alfarería de uso doméstico.

El modelado de la alfarería de ornato, es decir, cuando los objetos de cocina son decorados, se realiza al adornar la pieza con aplicaciones de figuras y formas humanas, animales o plantas, y adherir tiras de barro; también se utiliza el grabado, que consiste en hacer con un clavo hendiduras de poca profundidad con las que se forman diversos motivos y calados.⁶ Hay una gran variedad de objetos de ornato: ollas, jarrones, platonos, ceniceros, maceteros y cruces; asimismo se reproducen objetos celestes (luna, sol y eclipses solares), aves y otros tipos de animales y figuras humanas. Otro grupo de objetos son los que se pintan con varios colores después de la primera y única horneada. En la alfarería de ornato hay producción diversificada; una familia hace diferentes objetos, caso distinto de alfarería para uso doméstico, en donde los grupos domésticos se especializan en la elaboración de un solo producto.

Una vez que los utensilios han sido modelados y decorados se siguen tres pasos más: la primera horneada; después el barnizado, que en el caso de los objetos de uso doméstico consiste en aplicar un compuesto químico (ditaxirio cerámico, cuarzo y óxido de cobre), denominado greta; de los de ornato, que no necesitan pintura, termina su proceso de elaboración con la primera cocción; otros son pintados de diferentes colores. Después de ello algunos requieren de una segunda horneada, algunos más ya no son horneados, pero esto último apenas empieza a observarse.

Para hornear la alfarería se utiliza un horno cilíndrico abierto en su parte superior y calentado con leña en la parte inferior; para retirar las piezas del

⁶ Las técnicas decorativas de la cerámica prehispánica se dividen en dos grandes grupos. La primera es cuando las piezas son realizadas y no han sido sometidas al fuego; la segunda es cuando ya son cocidas. Primero: el pastillaje: agregados de arcilla modelada o moldeada sobre la vasija o figurilla. El alisado y bruñido de superficie utilizando cáscaras de calabaza, una piedra de forma especial o con instrumentos de otro tipo. El segundo: técnicas como el raspado de superficie, que en algunos casos llegó a ser bajo relieve (López Cervantes, 1983:24-26).

horno se ayudan con un palo largo al que atan un pedazo de alambón en forma de gancho. Los hornos se ubican en el patio de los alfareros.⁷

Entre la primera y la segunda horneadas está el proceso de barnizado y pintado,⁸ con lo que concluye el proceso de elaboración del objeto, listo para ser comercializado.

Las innovaciones de la alfarería: del uso doméstico al de ornato

La innovación alfarera de Atzompa se observa en la introducción de un tipo de producto diferente del que tradicionalmente se producía en dicho lugar por la transformación de las piezas de uso doméstico en objetos de ornato. La alfarería por la que esta localidad ha sido reconocida es la vidriada (verde); en su mayoría consiste en objetos de uso doméstico; los de ornato se fabrican en menor cantidad.

La innovación, entonces, se ha dado en los productos, pero para que esta innovación se produjera fue necesaria la introducción de una nueva técnica de decoración y también la incorporación de otras materias primas, como las pinturas de elaboración industrial.

Por otro lado, debido a que las piezas de ornato son de menor grosor que las de uso doméstico, para su elaboración las alfareras usan un barro diferente del que se extrae en el municipio de Atzompa, que es adquirido con los vendedores del municipio de San Lorenzo, Oaxaca, pues es de mejor calidad que el local y más fácil de manipular.

Quienes han destacado en la innovación de objetos son las mujeres; esto no es extraño, pues son ellas las que modelan el barro. Fue la señora Teodora Blanco quien empezó desde muy pequeña a elaborar objetos diferentes de los de uso doméstico que producía la mayoría de las alfareras de Atzompa. Teodora comenzó con la elaboración de un grupo de músicos representados por animales;

⁷ Más adelante hablaremos sobre los estudios que se han realizado en torno a la sustitución de los hornos.

⁸ Punto que se abordará más adelante, pues está relacionado con el cambio de tipo de horno.

posteriormente elaboró esculturas a las que decoró con animales que representaban el nahual de la persona, utilizando para ello la técnica del pastillaje. Sus muñecas o figuras son conocidas como las “monas” de Teodora Blanco. La alfarería que producía esta mujer era de color natural, “bayo”, y le dieron fama a nivel mundial.

Al parecer fue la primera en utilizar la técnica de pastillaje, con lo cual innovó la alfarería de Atzompa. Los cambios se produjeron, por un lado, gracias a la introducción de la técnica; por el otro, al reflejar a través del barro los mitos y leyendas de su comunidad, representando los espíritus en animales de barro (Wasserspring, 2000).

Las aportaciones de Teodora radican en esa creatividad que a partir de las tradiciones y leyendas de la población aplicó a su trabajo, bastándole para crear tan sólo las herramientas rudimentarias utilizadas en la comunidad junto con la materia prima esencial, el barro negro y blanco, es decir, no requirió de productos industriales para expresar su creatividad.

a) Modificaciones a los objetos de uso doméstico para convertirlos en objetos de ornato

Adelina Maldonado es otra alfarera que utilizó la técnica de pastillaje para decorar los objetos domésticos con temas de plantas y animales, y también los barnizaba con greta. Destaca por bordar los jarros que se producían en la localidad para el café, chocolate y atole: los decoró con flores y con ello los convirtió en objetos decorativos que adquirieron otro valor comercial.

b) La utilización de pinturas para decorar la alfarería

Por otro lado, sobresale la señora Dolores Porras, quien es considerada como la pionera de la alfarería policromada. Porras inició este tipo de alfarería cuando la esposa de un empresario le solicitó elaborar una docena de piezas bordadas naturales y posteriormente le llevó muestras de pinturas, con las cuales creó la alfarería “bordada en colores”.

Es así como Dolores Porras no sólo introduce la diversidad de colores sino también la diversidad de objetos, así como la combinación que hace de plantas y animales aplicadas a aquéllos, utilizando para ello su creatividad.

Porras, una vez que empezó a vender la “alfarería en color”, se dio cuenta de que era mejor pagada, pero no se vendía en la misma cantidad que la alfarería de cocina, por lo que en un principio producía ambos. Actualmente sólo produce de ornato; su trabajo le dio fama, pues no sólo es reconocida en el ámbito nacional sino también en el extranjero.

c) La producción de objetos únicos de arte

La señora Angélica Vázquez elabora objetos diferentes de las demás, verdaderas obras de arte, objetos únicos en los que expresa sus sueños, emociones; sin embargo, tiene mucha relación con el trabajo de Teodora Blanco, pues al igual que ella, no utiliza pintura artificial, pero la suple usando barro de diferentes tonos para poder expresar su creatividad, aunque considera que le es difícil expresar algunos fenómenos de la naturaleza por falta de colores.

Señala lo que la llevó a crear objetos diferentes de los que produce su familia:

... es que mi papá hacía números de piezas, hacía diez, veinte, de una sola y me ha aburrido eso, no me gusta hacer una sola pieza... bueno, ya me fastidiaron esas mujeres, con animalitos y flores y mariposas. ¿Por qué no le voy a poner rostros, de los que sueño, de los que me imagino? Y empecé a poner caras extrañas, movimientos. De los libros me han gustado mucho los códices, me gustan mucho y me siguen gustando mucho y ahí es donde empecé...

Vázquez generalmente no repite su trabajo; dice:

No las repito porque son costosas y es más fácil crear una nueva que repetirlas; cada una de las obras tiene su propia historia; las piezas que realizo son animistas; es un juego; cada pieza, realmente yo los hago [sic] con tanto cariño, que a veces, yo hasta les creo movimiento, porque cuando termino una pieza, yo veo que se sonríe, como que les doy vida.

De acuerdo con Wasserspring (1998), los que conocen las obras de Angélica la llaman la mejor alfarera de Atzompa; la consideran una excelente e imaginativa escultora de figuras. También utiliza la técnica de pastillaje para decorar sus obras, las cuales tienen un tema.

El gran mérito de Teodora es haber introducido la técnica del pastillaje y con ésta haber expresado las leyendas de su pueblo, haber producido objetos decorativos; se le podría considerar como la maestra, por supuesto, sin restar mérito a las demás. Las cuatro han enriquecido la producción alfarera de Atzompa: Blanco elabora nuevas piezas, introdujo la técnica para el bordado, en las que representó el mito y la tradición en figuras humanas, sus nahuales; para su trabajo no utilizó pinturas, todos son colores naturales; Maldonado, famosa por la elaboración de jarrones grandes, bordados y vidriados (verde); Porras, por introducir en su producción diversidad de objetos y nuevas combinaciones de animales y plantas con un acabado de una diversidad de colores; Vázquez, con sus esculturas, cada una de ellas con su historia, que expresan su sensibilidad.

Actualmente hay otras alfareras que producen obras del tipo de Blanco, Maldonado y Porras; sin embargo, como señala ésta última, ellas fueron las que se arriesgaron a innovar la alfarería y abrieron el mercado, lo cual no fue fácil. Una vez que tuvieron éxito, otras mujeres lo han obtenido, pero finalmente es el mercado el que determina si un producto es aceptado o no. En este caso, ellas pudieron acceder al gusto de los compradores.

La sustitución de la grieta y el horno fue necesaria para que esta alfarería pudiera seguir existiendo.

La alfarería para cocina está compuesta por objetos que se venden en el mercado local, regional y nacional, e incluso es comercializada a otros países; sin embargo, actualmente en el extranjero hay restricciones por el Tratado de Libre Comercio; en tanto que la de ornato no tiene tales restricciones y se exporta a países como Perú, Japón, Estados Unidos, entre otros.

Como ya se ha señalado, la alfarería requiere de dos horneadas; la primera es propiamente para la cocción de la pieza; posterior a ello, la alfarería de uso doméstico es barnizada con un compuesto químico denominado greta, el cual contiene plomo; para la alfarería de ornato se utilizan pinturas de diferentes colores; aun cuando el uso de cada uno es diferente, ambos son dañinos para la salud de quienes las producen; incluso, los productos utilizados para la preparación de

alimentos causan problemas de salud a aquéllos que los usan cuando no han sido horneados adecuadamente, pues al combinarse con algunos alimentos ácidos producen intoxicación. Con los objetos de ornato no hay ese problema, pues se utilizan como objetos decorativos.

Según estudios realizados por investigadores del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) de Oaxaca, los procesos de cocción provocan contaminación del aire, dado que son hornos que utilizan leña como combustible, lo cual además ocasiona otro problema: la deforestación, que a su vez genera altos costos de producción y condiciones extenuantes de trabajo. Si los procesos de cocción no son los adecuados, los utensilios se vuelven tóxicos al entrar en contacto con alimentos ácidos.

Para hacer frente a estos problemas y a los tratados comerciales, las autoridades ha empezado a regular la situación con normas de protección al ambiente;⁹ sin embargo, de aplicarse dichas normas, que prohíben el plomo y el cadmio en las piezas vidriadas, los alfareros no podrían vender sus productos. Esta situación hace necesario un barniz sin plomo, pero es importante que tal compuesto sea similar en cuanto al color, pues los alfareros de Atzompa no quieren arriesgarse a que la producción no sea aceptada en el mercado.

Algunos alfareros comentan que en los noventa hubo intentos de sustituir el barniz, pero el compuesto químico que les sugerían usar no correspondía al tono que ellos usan; como el vidriado no era similar, fue rechazado por los productores porque suponían que no lograrían colocarlos en el mercado; además, descubrieron que la pintura se desprendía, pues tenían que hornearlos a mayor temperatura a la que están acostumbrados.

Ante dicha situación algunas instituciones se han abocado a la tarea de buscar alternativas. Por un lado, para sustituir el barniz con plomo se han realizado investigaciones, lo que los ha llevado a diseñar hornos apropiados para dichos barnices que requieren una cocción a mayor temperatura; la propuesta es que sustituyan los hornos de leña.

⁹ Los niveles de contaminación atmosférica permitidos se establecen en las normas oficiales: NOM-043-ecol-1993 y NOM-085-ECOL-1994.

El doctor Matadamas, investigador del CIIDIR-Oaxaca, señala que ARIPO, Fonart y el Instituto Estatal de Ecología han realizado intentos por sustituir los hornos tradicionales de los alfareros por quemadores de gas, utilizando para ello una cúpula de fibra cerámica como aislante; sin embargo, ésta tampoco resuelve el problema, pues al cargar los hornos desprende partículas diminutas de la fibra a través de las chimeneas, que son aspiradas por los artesanos y los habitantes de la localidad (Matadamas *et al.*, 1999).

Por otra parte, Fonart-Sedesol financió al CIIDIR-Oaxaca para que llevara a cabo una investigación con el objeto de obtener un compuesto químico sin plomo para barnizar la alfarería de Atzompa. Estos estudios han dado resultados, pues la doctora María Luisa Domínguez Hernández y su equipo de trabajo han obtenido dicho compuesto, que es muy similar al vidriado de la loza de Atzompa. Sin embargo aún se tiene que buscar una empresa con quien puedan llevar a cabo la transferencia tecnológica. Los estudios señalan que este compuesto puede incluso tener un costo menor en comparación con el que contiene plomo. Lo anterior ha llevado al área de Ingeniería Mecánica y Desarrollo Tecnológico (AIMyDT) del CIIDIR-Oaxaca, a cargo del doctor Pastor Matadamas Ortiz, a investigar y diseñar un “horno de tiro inverso” el cual funciona con gas, que aún está a prueba.

Esta última investigación se ha realizado con la participación de los y las artesanos productores de alfarería con el objeto de recuperar las formas y procesos que los antepasados utilizaban, pero también con el propósito de sustituir aquellas materias primas que dañan la salud de quienes las emplean (sobre todo aquellas piezas que se destinan a los alimentos) y de la propia productora. La participación de los alfareros consiste en proporcionar las piezas para ser barnizadas con el compuesto obtenido por los investigadores.

El estilo de trabajo CIIDIR-productor ha permitido comprender la necesidad de un horno que los propios alfareros puedan construir con materiales que se encuentren en sus localidades, que no sean contaminantes, pero sí económicos. Sin embargo, lograr esto es difícil porque si bien algunos materiales son de la región y quizás a la larga no sean tan costosos, por su promedio de vida funcional, los recursos económicos que los alfareros obtienen de la venta de sus productos cubren apenas su subsistencia, y si a eso agregamos que el combustible de los hornos propuesto es el gas, éste se vuelve costoso. Otro aspecto por considerar es la necesidad de capacitación y de convencimiento de la ventaja de

sustituir hornos y materiales. Para que el conocimiento y la tecnología sean transferidos a los productores, es necesario contar con recursos económicos, que es de lo que más carecen los productores, aunque ellos estén consientes de la necesidad de proteger la salud de las personas que adquieren sus productos y del ambiente.

Quizá la solución es que el Estado invierta en la instalación de los hornos, considerando tales recursos como fondos.¹⁰ De lo contrario, de nada sirve que financie a las instituciones de investigación con el fin de desarrollar proyectos alternativos para los alfareros si éstos no pueden aplicarse. Si bien Fonart proporciona créditos de apoyo, no alcanzan para adaptar y poner en marcha los hornos, pues apenas ascienden a dos mil pesos, los cuales habrían de cubrirse en un periodo no mayor de 90 días; así, sólo los buenos pagadores podrán alcanzar un crédito de hasta 10 mil pesos.

Conclusión

La alfarería de Santa María Atzompa de uso doméstico mantiene la producción tradicional, y aunque la artística se produce básicamente de la misma manera que la de uso cotidiano, incluye además otras técnicas y otros materiales: motivos de decoración y colores de producción industrial, aplicaciones decorativas usando el propio barro, etc., que los han convertido en objetos artísticos, únicos e irrepetibles.

En relación con las herramientas utilizadas no ha habido grandes cambios; sin embargo a esas técnicas se han sumado la del pastillaje, y en cuanto a materias primas se ha incorporado un tipo diferente de barro, lo cual muestra el conocimiento tácito que tienen las alfareras de este material, así como el uso de pinturas, que ha llevado a la innovación de las piezas.

La artesanía entra al mercado en condiciones de desigualdad, ya que se produce en condiciones muy precarias; sin embargo, establece relaciones de

¹⁰ Es decir, tales inversiones no serían reembolsadas a la institución, pues las alfareras no cuentan con los suficientes recursos para la implementación de este tipo de hornos.

Si no se quiere que el destino de los alfareros de Atzompa termine como el caso de los alfareros que narra José Saramago en su novela *La Caverna*, donde la alfarería no sobrevive a la competencia del mercado y es desplazada por las industrias que producen objetos más baratos y más resistentes, es necesario que el gobierno ofrezca alternativas viables, es decir, así como invierte para que se realicen investigaciones para solucionar los problemas de las y los alfareros, tendrá que llevar a cabo inversiones para afianzar los resultados de éstos.

Para garantizar la permanencia de los artesanos se requiere que el Estado esté dispuesto a invertir recursos económicos y humanos para asesorarlos en su necesidad de sustituir los hornos y la materia prima (en especial el barniz), así como facilitar la capacitación en el manejo del nuevo equipo y la reorganización del trabajo, la organización para la venta, apoyo que signifique menos esfuerzo en la extracción y el traslado del barro, y la incorporación de técnicas de producción que representen menos desgaste para las alfareras.

Bibliografía

- Corona Treviño, Leonel (1999), *Teorías económicas de la innovación tecnológica*, IPN, UNAM, CIECAS y la Escuela Superior de Economía.
- Lopes Pacheco, María Elena (2003), *El papel de las mujeres en la producción alfarera de Santa María Atzompa, Oaxaca*, tesis de Maestría en Estudios de la Mujer, UAM-Xochimilco.
- López Cervantes, Gonzalo (1983), *Cerámica mexicana*, León, Everest.
- Matadamas Ortiz, Pastor *et al.* (1999), “Optimización del proceso de cocción en la alfarería oaxaqueña”, en *Avances en ciencia y tecnología*, CIIDIR-Unidad Oaxaca, vol. 3.
- Vázquez Barquero, Antonio (1999), *Desarrollo, redes e innovación. Lecciones sobre desarrollo endógeno*, España, Pirámide.
- Wasserspring, Lois (1998), *Oaxaca Ceramic. Traditional Folk Art by Oaxaca Women*, San Francisco, Chronicle Books.
- Westheim, Paul (1962), *La cerámica del México antiguo*, México, Dirección General de Publicaciones, UNAM.

Innovación en la industria mexicana de recubrimientos cerámicos

*José Luis Solleiro y Gabriela Gómez Morales**

Panorama general de la industria de recubrimientos cerámicos

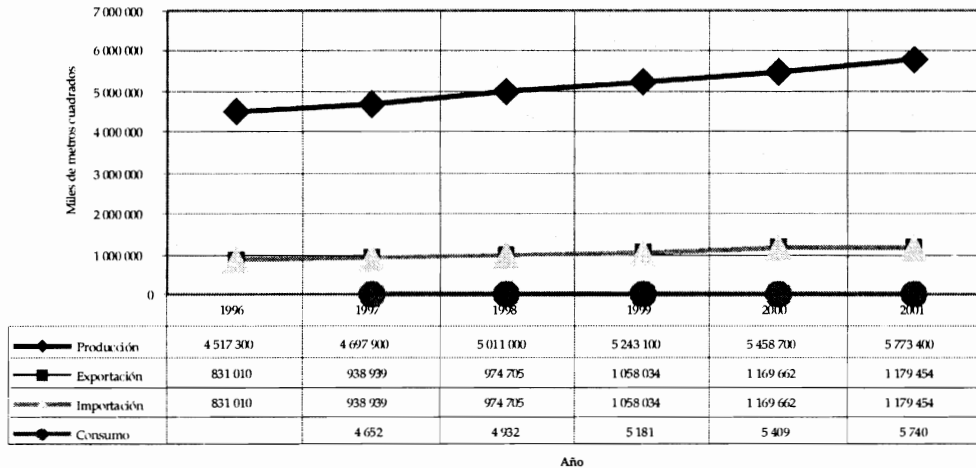
La industria de la construcción, en promedio, representa entre 10 y 12% del PIB mundial, del cual 50% corresponde a materiales para la construcción y el resto a su valor agregado. Por su parte, la industria de recubrimientos cerámicos ha tenido un crecimiento extraordinario en los últimos 10 años. Solamente las ventas en Estados Unidos tuvieron un crecimiento de más de 130% entre 1990 y 2000, al pasar de poco menos de mil millones de pies cuadrados a cerca de 2 300 millones de pies cuadrados (Daniels, 2001). A nivel mundial, la producción, exportación, importación y consumo de baldosas cerámicas en los últimos seis años ha tenido un crecimiento sostenido, como se puede apreciar en la gráfica 1.

Según datos de 2001,¹ los principales países productores son: China (46.5%), Italia (14.1%), España (14.1%), Brasil (10.5%), Turquía (3.4%) y México (3.2%).

* Investigador titular del CCADET, UNAM y Becaria de Maestría del CCADET, UNAM, respectivamente.

¹ Datos obtenidos de: <http://www.ascer.es>, consultada el 15 de agosto de 2003.

Gráfica 1. Producción, exportación, importación y consumo a nivel mundial de baldosas cerámicas en miles de m², periodo 1996-2001



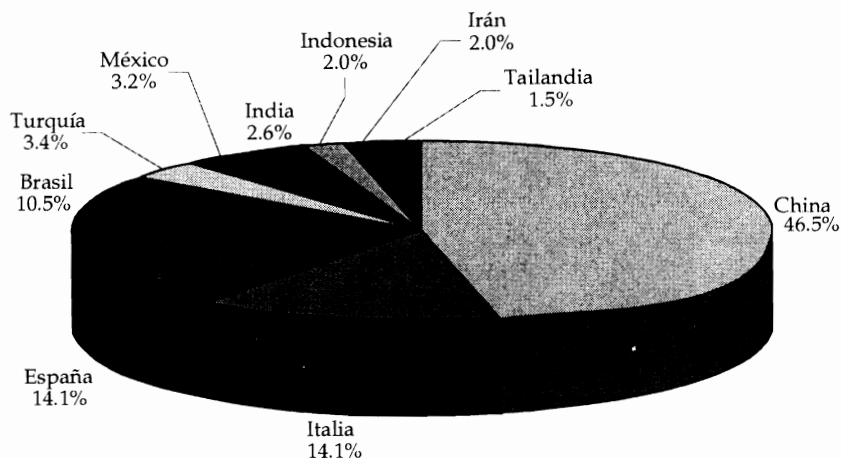
Fuente: elaborado con datos de la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos (ASCE) 2002, <http://www.ascer.es>

Aunque China es el principal productor a nivel mundial, su consumo interno rebasa esta producción, por lo que no representa en el corto plazo una amenaza para competidores como Italia, España, Brasil y México (véase gráfica 2).

Como se muestra en la gráfica 3, China es el principal consumidor de baldosas cerámicas (54%); le siguen en orden de importancia Brasil (10.8%), España (8.1%), EE. UU. (5.8%), Italia (5.1%), Alemania (4.2%) y en 7o. lugar se encuentra México con 3.4%. Sin embargo, en cuanto a consumo per cápita de baldosas cerámicas, España es el principal consumidor con 7.73 m²/habitante; le siguen Portugal e Italia con 6.85 y 3.37 m²/habitante; México ocupa el 12o. lugar con 1.26 m²/habitante (véase gráfica 3).

En cuanto al intercambio comercial, entre los principales países exportadores se encuentran Italia, España, Brasil, Turquía, China, Alemania, México y Francia. Sin embargo, Alemania y Francia rebasan por mucho la importación de baldosas cerámicas; por su parte, Italia figura dentro de los 10 principales importadores de este artículo. Cabe aclarar que México y España no figuran den-

Gráfica 2. Los 10 principales países productores de baldosas cerámicas (%)



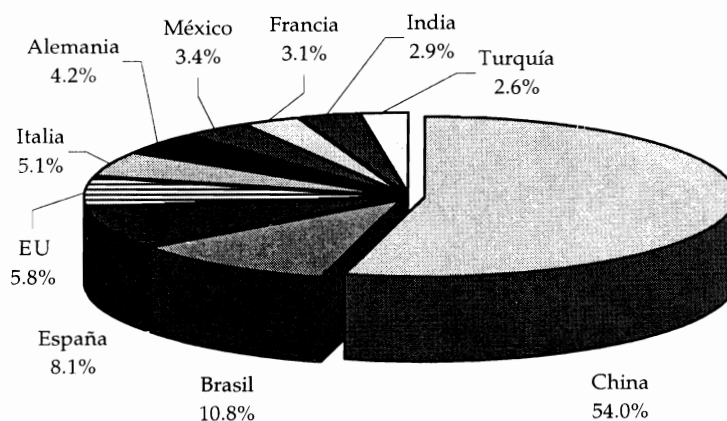
Fuente: elaborado con datos de la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos (ASCEJ) 2002, <http://www.ascer.es>

tro de los principales importadores; el primer lugar lo ocupa Estados Unidos, lo cual refleja una oportunidad comercial para nuestro país, tanto por la cercanía geográfica como por el consumo que representa (véase gráfica 4).

Los países exportadores están tratando de penetrar los mercados mediante agresivas estrategias de precios, lo cual establece presiones competitivas considerables que han llevado a cerrar plantas y reducir la producción de muchas otras (Daniels, 2002). A pesar de que se trata de un sector manufacturero tradicional, las claves de la competitividad de esta industria se relacionan con la construcción de ventajas basadas en calidad, diseño, servicio y costo, las cuales derivan de la eficiencia en el uso de los factores, la capacidad de innovar productos y servicios, economías de escala basadas en plantas automatizadas de alto volumen y eficiencia colectiva de la industria.

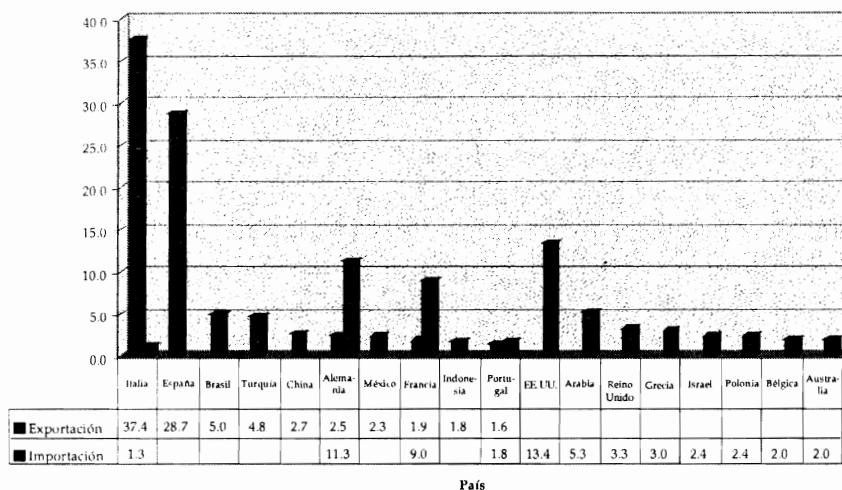
Por lo anteriormente expuesto, resulta de vital importancia estudiar la competitividad y las fuentes de innovación para esta industria mexicana, la cual tiene un peso específico destacado en el contexto manufacturero del país y que

Gráfica 3. Los 10 principales países consumidores de baldosas cerámicas (%), 2001



Fuente: elaborado con datos de la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos (ASCE) 2002, <http://www.ascer.es>

Gráfica 4. Principales países exportadores y principales países importadores de baldosas cerámicas (%), 2001



Fuente: elaborado con datos de ASCER (2001), <http://www.ascer.es>

está sujeta a enormes presiones surgidas de la apertura comercial, de su propia estructura y de la falta de tradición innovadora característica de todo el sector productivo del país.

La evaluación de la competitividad sectorial y los sistemas de innovación

A nivel de sector económico, el análisis de competitividad busca responder a preguntas clásicas de la economía: ¿qué determina la inversión?, ¿qué determina el éxito de las empresas? y, ¿cuáles son las políticas públicas óptimas para el sector? (Pitts y Lagnevik, 1997).

Para la evaluación de la competitividad, Buckley *et al.* (1988) hicieron una distinción entre diferentes formas de medición:

- Medidas de desempeño, con el fin de analizar qué tan bien se comporta el sector en comparación con sus rivales. Las medidas típicas son la rentabilidad, crecimiento, participación en el mercado y la balanza comercial. Una medida de desempeño específica utilizada por los economistas es la ventaja comparativa revelada, la cual se expresa en la participación relativa en mercados de exportación. La ventaja comparativa revelada de un país para un conjunto específico de bienes se calcula dividiendo la participación del mercado internacional para esos bienes entre la participación del mercado internacional de todos los bienes.
- Medidas del potencial competitivo que se refieren a la disponibilidad y cantidad de insumos que produzcan un desempeño superior, tales como materias primas más baratas o tecnologías más avanzadas, los cuales conducen a ventajas de precio y costo, así como a una productividad más alta.
- Medidas del proceso competitivo, las cuales son de naturaleza cualitativa y buscan evaluar el proceso administrativo de la industria o cómo el potencial competitivo se traduce realmente en desempeño superior.

El modelo de la ventaja comparativa revelada ha sido criticado porque solamente toma en cuenta las exportaciones, ignorando aspectos como los subsidios

y los ajustes internacionales de precios realizados por empresas multinacionales, así como el nivel de importaciones de un sector. Por ello, diversos autores como Koutstaal y Louter (1995) manifiestan su preferencia por medidas de desempeño económico como el valor agregado. No hay duda de que este indicador es valioso para evaluar a una industria, pero este enfoque presenta limitaciones en cuanto a la disponibilidad y calidad de los datos para medirlo.

En cuanto a la evaluación del potencial, es común utilizar indicadores de ventajas comparativas o competitivas, tales como los costos de los factores, el acceso a mercados (que puede derivar de condiciones geográficas o arancelarias favorables) y la innovación (básicamente relacionada con aspectos de capital humano disponible).

Finalmente, en relación con la evaluación del potencial y el proceso competitivo, se han desarrollado diferentes enfoques, algunos de ellos específicamente para la industria de alimentos. Los principales son:

- El enfoque de redes industriales, el cual se concentra en el análisis de las interacciones de las empresas con otros actores y organizaciones del sector.
- El análisis de cadenas de valor desde la producción agrícola hasta la comercialización de los productos finales, tomando en cuenta a las firmas e instituciones proveedoras de insumos y servicios.
- El análisis del tejido institucional (*filière*) que evalúa la existencia de conglomerados de empresas e instituciones con necesidades complementarias y sus contribuciones al sistema tecnológico-productivo de la industria en cuestión.
- El diamante de Porter (1990) es un modelo que ha ganado gran aceptación internacional para estudios de competitividad sectorial, el cual se basa en el análisis de conglomerados de industrias (*clusters*) en los que la competitividad de una empresa depende del desempeño de otras compañías y actores relacionados a lo largo de la cadena de valor, mediante mecanismos proveedor-cliente que ocurren en contextos locales o regionales. El diamante se constituye mediante el análisis de seis factores amplios que determinarán el patrón de competencia de la industria: *a)* las condiciones de los factores, relacionadas con recursos humanos, recursos físicos, capital disponible e infraestructura; *b)* condiciones de la deman-

da, las cuales ejercerán una determinada presión sobre las empresas para que innoven y creen productos y servicios más avanzados en función de las exigencias de compradores más o menos sofisticados; c) industrias de apoyo y relacionadas que pueden proveer insumos y servicios importantes para la innovación y comercialización de las empresas del sector; d) la estrategia, estructura y rivalidad empresarial, factor que reconoce que la manera como se crean las empresas y la forma en que éstas establecen sus objetivos y se administran será muy importante para su éxito, junto con la presencia de rivalidad intensa por parte de competidores, la cual creará presiones para innovar, a efectos de mejorar la competitividad; e) el gobierno puede modificar los cuatro aspectos mencionados anteriormente al afectar las condiciones para la provisión de factores de producción clave, las condiciones de la demanda y los patrones de competencia entre empresas, además de que sus intervenciones pueden influir a nivel local, nacional y supranacional; f) eventos fortuitos que ocurren fuera del control de las empresas, pero que pueden generar discontinuidades que influyan en la ganancia o pérdida de la posición competitiva.

- Recientemente ha venido ganando adeptos el análisis de sistemas de innovación, que denota el conjunto de empresas e instituciones que interactúan para la acumulación y difusión de conocimiento, mediante relaciones verticales (entre clientes y proveedores), horizontales (entre empresas que cooperan en IyD o por mecanismos de imitación de empresas rivales) y de colaboración entre firmas e instituciones no lucrativas (universidades e institutos públicos), con el objeto de aumentar la tasa de generación de innovaciones de producto, proceso y organización.

Tanto el enfoque de *clusters* como el de cadenas de valor enfatizan la importancia de la elevación del nivel de la industria (*upgrading*) para poder enfrentar las crecientes presiones competitivas. Ambos enfoques “destacan también el papel de la gobernabilidad para mejorar el nivel competitivo, utilizando el término de gobernabilidad para denotar la coordinación de actividades económicas a través de relaciones no comerciales” (Humprey y Schmitz, 2002). Dicha gobernabilidad es particularmente importante para la generación, transferencia y difusión del conocimiento conducente a la innovación que permitirá a las

empresas mejorar su desempeño. Como puede observarse, las redes de políticas locales son de importancia medular para trabajar en forma de sistemas locales de innovación. Por ello, la literatura sobre desarrollo tecnológico ha evolucionado en los años noventa, de un enfoque centrado en la empresa individual y una fuerte distinción entre innovación y difusión al estudio del aprendizaje por la interacción (Lundvall, 1993) que lleva al análisis de sistemas de innovación, primeramente al nivel nacional y, crecientemente, a niveles regionales, locales y sectoriales. Así, el análisis de *clusters* y el de sistemas de innovación coinciden en la importancia de promover la mejora en el desempeño y la competitividad como complemento de las sinergias incidentales propias de la aglomeración de empresas. Por ello, la complementación de ambos enfoques es fundamental para entender a industrias específicas, su competitividad y los procesos de innovación.

Principales características para la competitividad de la industria de recubrimientos cerámicos

De acuerdo con Porter (2002:2), un *cluster* es un grupo de empresas e instituciones asociadas, geográficamente próximas, que trabajan en un campo particular y están vinculadas por aspectos comunes y complementarios. Uno de los mejores ejemplos de la aglomeración en forma de *cluster* se encuentra precisamente en la industria de recubrimientos cerámicos. De acuerdo con este autor, 40% de las utilidades de esta industria se genera en los *clusters* de Castellón (España), Sassuolo (Italia) y Santa Catarina (Brasil).

Un *cluster* surge espontáneamente como resultado de tradiciones productivas locales y es fomentado mediante políticas específicas con el fin de facilitar el acceso a proveedores, servicios y recursos humanos especializados; optimizar el uso y difusión de información; aumentar la flexibilidad y capacidad de reacción de la industria; y facilitar la adopción rápida de innovaciones.

En la siguiente sección se analiza la integración productiva de *clusters* de la industria de recubrimientos cerámicos para los casos de Italia y España, los cuales evidencian la construcción de sistemas de innovación sumamente eficientes.

Italia

La industria italiana² es considerada líder en recubrimientos cerámicos, pues en términos de producción y exportación es la primera a nivel mundial, ya que cubre 20% de la producción mundial, cerca de 50% de la producción europea y 50% del azulejo cerámico internacional. En cuanto a la exportación, ésta se ha incrementado de 13% de las ventas totales en 1965 a 69% en 1996. Actualmente Italia es el mayor proveedor de azulejo del mundo, cubriendo 35% del mercado estadounidense.³

Tabla 1. Características de la industria de recubrimientos cerámicos: comparativo

	<i>Italia</i>	<i>España</i>	<i>México</i>
Organización del sector	<i>Cluster</i> en Sassuolo	<i>Cluster</i> en Valencia	Diversas regiones
Número de empresas	315 (Pymes)	250 (Pymes)	272
Empleados	32 000	23 200	12 866
Producción ¹	<ul style="list-style-type: none"> • 11.1% mundial • 50% europea 	<ul style="list-style-type: none"> • 11.1% mundial • 2.5% mundial 	
Consumo ¹	3.4 % (5o.)	5.4 % (3o.)	2.2% (7o.)
Consumo per cápita ^{1, 2}	3.37	7.73	1.26
Exportación ¹	37.4 % (1o.)	28.7 % (2o.)	2.3% (7o. lugar)
Importación ¹	1.3 %	Muy Baja	Muy baja ³

¹ Datos 2001.

² Consumo per cápita m²/habitante.

³ Según datos de fuentes mexicanas, México tiene una fuerte importación de este producto.

Fuente: elaboración propia con datos ASCER, Sociedad Americana de Cerámica, 2001.

² Aunque China es el primer país productor de baldosas cerámicas, su papel en cuanto al intercambio comercial no es relevante.

³ www.industry.gov.au/archive/summit/scwg/industrial_innovation/liwg/NortItaly.pdf

Como se puede apreciar en la tabla 1, el sector de recubrimientos cerámicos de pisos y pared en este país está organizado en forma de *cluster* en la región de Sassuolo, la cual comprende 315 compañías, en su mayoría pequeñas y medianas, y genera 32 mil empleos.

La ventaja competitiva de este sector surge de la interacción de las empresas dentro de un *cluster* dinámico. La innovación de productos y procesos han sido características distintivas de esta industria italiana, como resultado de factores competitivos como la existencia de compradores sofisticados y exigentes, canales de distribución fuertes y únicos, proveedores integrados e intensa rivalidad entre competidores locales.⁴

España

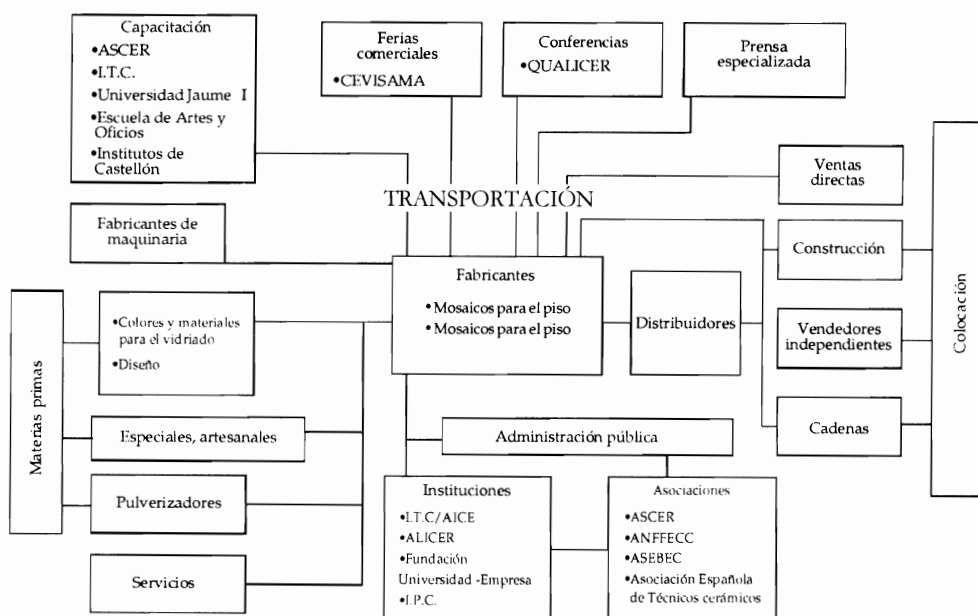
Por su parte, la industria del azulejo cerámico en España también puede considerarse un ejemplo de “un *cluster* compuesto por aproximadamente 250 empresas que fabrican todas las variedades de azulejos, con una producción global de 3 220 millones de euros en el 2000, de los que se exporta 50%. Aproximadamente 93% de las empresas se localiza en la región de Valencia, dentro de un

⁴ Para entender el “fenómeno Sassuolo” hay que remontarse a la posguerra, cuando la reconstrucción de Italia requirió gran cantidad de materiales de construcción. En 1955 había en esa región 14 empresas de cerámicos; en 1962 ya había 102. La maquinaria y la arcilla eran importadas. Con el tiempo, las empresas aprendieron a modificar y adaptar la maquinaria importada y así pronto iniciaron su propia producción de máquinas. Paralelamente, se formó gran cantidad de trabajadores y técnicos especializados, incluyendo ingenieros de producción y mantenimiento, así como diseñadores. Gracias a la proximidad, redes informales comenzaron a prosperar y con ello la diseminación de información. Esto atrajo el establecimiento de otras compañías de apoyo (moldeadores, fabricantes de material de empaque, proveedores de material vidriado y servicios de transporte), con lo que el *cluster* se fue formando. Durante las décadas de los setenta y ochenta se generaron innovaciones de equipo que transformaron el proceso de manufactura de azulejo en un proceso continuo, lo que permitió que las firmas italianas fueran pioneras en la automatización. Esta base competitiva se ha cultivado hasta hoy, lo cual es evidente al observar que la inversión en innovación de esta industria en Italia rebasa los 300 millones de euros anuales, con el objeto de generar y adquirir tecnologías que permitan los mayores niveles de automatización y optimicen los procesos de producción.

círculo de 30 km de radio alrededor de Castellón, una región moderadamente industrializada” (Albors y Molina, 2001) (véase figura 1).

Las redes interorganizacionales de la industria española están caracterizadas por su intensidad y velocidad para la difusión tecnológica, de acuerdo con una estrategia de “seguidor” que es apuntalada por “una industria de soporte constituida por 100 empresas de transporte, 140 empresas de asistencia técnica en el subsector de maquinaria, 10 productores de pasta cruda, 35 canteras, 20 productores de esmaltes, fritas y pigmentos” (Albors y Molina, 2001). Se establecen diversas relaciones entre los distintos actores, como es el caso de los proveedores de maquinaria (españoles e italianos), pasta cerámica o esmaltes, y los propios productores de azulejos, así como otras que contribuyen a desarrollar la capacidad de absorción de tecnología, entre las que destacan los vínculos

Figura 1. Cluster de la industria cerámica española



Fuente: M. Porter (2002), *Competitiveness: cluster-based policies*, <http://www.competitiveness.com>

entre las asociaciones de profesionales con las empresas y entre sí, entre los institutos de investigación con las empresas y su contribución a la formación de profesionales en el sector. Estas redes son reforzadas mediante mecanismos de provisión de información, por un lado, y actividades de promoción comercial, asistencia técnica, servicios legales y cabildeo que realiza la Asociación Industrial de Fabricantes de Azulejo, por el otro.

México

Entre enero de 1994 y diciembre de 2001, la inversión extranjera directa, aplicada a empresas fabricantes de productos minerales no metálicos en México fue de 658.3 millones de dólares (mdd), de los cuales 44.9% fue canalizado a empresas productoras de azulejos y losetas cerámicas. La exportación en esta rama en 1999 fue de 22.2 mdd y, para 2000, de 33.4 mdd; tuvo una variación de 50.12% ocupando así el segundo lugar del rubro de productos minerales no metálicos, tomando en cuenta que el vidrio, mármol, ladrillos y cementos hidráulicos tuvieron para ese año una desaceleración. En cuanto a las importaciones, éstas son mayores que las exportaciones; para 1999 y 2000 sumaron 165.9 y 239.4 millones de dólares, respectivamente, teniendo una variación de 44.30%, la más alta de materiales para la construcción.⁵ Como puede observarse, si bien han crecido las exportaciones éstas son bajas si se les comparan con las de los países líderes.

Los recubrimientos de pisos y paredes, particularmente losetas y azulejos de cerámica y mármol, representan un buen potencial de exportación a diferentes países como Estados Unidos⁶ (que en América Latina son deficitarios en la producción de materiales de construcción)⁷ y Asia. Las principales barreras a la

⁵ El dato de importación incluye baldosas y manufacturas diversas de cerámica.

⁶ Según datos de Bancomext, México ocupó, en 2000, el segundo lugar como proveedor de EU en muebles y recubrimientos de cerámica.

⁷ México tiene ventajas arancelarias con Chile, Colombia, Costa Rica, Venezuela, Nicaragua y Bolivia.

exportación que encuentran estas empresas son: los precios; los diseños manejados en México no están adaptados a los requeridos por otros mercados; el arancel a EU es de 6.3%;⁸ los altos costos de transporte y fletes, y la falta de créditos para la exportación.

Para 1999, en México, la rama de recubrimientos cerámicos (fabricación de azulejos y losetas) contaba con 272 empresas, generaba 12 866 empleos, una producción bruta total de 6 782 366 miles de pesos, valor de insumos totales de 3 835 819 miles de pesos y un valor agregado censal bruto de 2 946 547 miles de pesos (INEGI, 1999). Las empresas grandes del sector poseen tecnología de punta, la cual es adquirida de proveedores extranjeros de equipo y tecnología de proceso; las empresas medianas se hallan en proceso de modernización, y en las empresas pequeñas los procesos son intensivos en mano de obra, con predominio de procesos artesanales.

Las principales empresas competidoras en México son Porcelanite, con cerca de 35% de la producción nacional, Vitromex con 20%, Interceramic con 13% y Lamosa con 11%, seguidos por Dal-tile de México y Comercializadora de Productos Cerámicos que, en conjunto, representan alrededor de 15%.⁹ El 6% restante lo conforman empresas pequeñas y medianas.

Principales actores del sistema nacional de innovación del sector en Italia, España y México

Como ya se mencionó, las industrias de Italia y España se basan en la operación de *clusters* altamente dinámicos. Los *clusters* más competitivos en esta industria han evolucionado hacia la conformación de sistemas sectoriales de innovación, en los que la gobernabilidad local es muy fuerte, en virtud de la cooperación interempresarial apuntalada por instituciones privadas y públicas activas que han puesto énfasis en la mejora gradual de desempeño por el aprendizaje, así como en la difusión de innovaciones mediante las interacciones dentro del *cluster*.

⁸ En 2007 este arancel será eliminado.

⁹ Porcentajes estimados con base en información de las propias empresas.

Tabla 2. Principales actores del sistema nacional de innovación del sector (comparativo)

	<i>Italia</i>	<i>España</i>	<i>México</i>
Asociaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Assopiastrelle • CCE-R • ICE (gob.) • EVERT 	<ul style="list-style-type: none"> • ASCER (promoción, técnico, legal) • ALICER (diseño) • COHIV, ATC 	<ul style="list-style-type: none"> • AMPREC • Sociedad Mexicana de Cerámica (zonas)
Institutos o centros de investigación ¹	<ul style="list-style-type: none"> • ICC • ENEA 	<ul style="list-style-type: none"> • ITC • S. Carpi, Univ. de Jaume I • Centro cerámico de Bologna 	<ul style="list-style-type: none"> • Cimav, Cinvestav • Cominsa, Cidemac, UANL • UACH, ITESM
Ferias ²	<ul style="list-style-type: none"> • Cersae 	<ul style="list-style-type: none"> • CEVISAMA, CERSAI 	<ul style="list-style-type: none"> • CIAC
Foros ²		<ul style="list-style-type: none"> • QUALICER 	
Fortalezas del sector	<ul style="list-style-type: none"> • Pioneros en innovaciones • Amplia red integradora de productores, servicios e información • Apoyo de empresas de marketing 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto consumo local • Capacidad de absorción tecnológica³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguidores cercanos de tecnología de punta (en el caso de empresas grandes) • Industria con tradición (conocimiento)
Red de intercambio de información y cooperación	Alto	Alto	Bajo

¹ También contribuyen a la formación de profesionales.

² Espacios de intercambio de información.

³ La habilidad o competencia para identificar, asimilar y explorar el conocimiento tecnológico o *know-how* del medio ambiente.

Fuente: SAC, ASCER (2001).

Así, siguiendo el concepto de *diamante*, de Porter, se logra evolucionar hacia economías impulsadas por la innovación en las que las industrias de clase mundial aprovechan ventajas de costo en factores como materias primas, energía y proximidad a los mercados, pero también construyen ventajas basadas en calidad, diseño, servicio y costos globales.

Aun cuando esta rama industrial es tradicional, las presiones competitivas la obligan a mejorar la calidad y valor para el cliente. Por ello, los aumentos tan importantes en las ventas de esta industria han estado acompañados de mejores especificaciones y fortalecimiento de la logística y servicio a clientes. Actualmente, los diseñadores no son influenciados solamente por el costo inicial de instalación de un recubrimiento constructivo y el mantenimiento subsecuente, sino también por la confiabilidad global del sistema y la eventual responsabilidad civil que pudiere derivar en caso de fallas. En estas circunstancias, el mejor desempeño en ventas puede ser más el resultado de la oferta de apoyo técnico que de una nueva perspectiva estética (Browman y Cass, 2001). Como se puede apreciar en la tabla 2, son diversas las instituciones, asociaciones, centros de investigación, ferias, foros, etc., que brindan apoyo a este sector en los países del presente comparativo.

El caso de Italia

Las principales instituciones que apoyan este *cluster* y que emergieron paralelamente a su desarrollo son:¹⁰

- Assopiastrelle, una asociación nacional independiente que representa a la industria cerámica italiana de azulejo y a la de refractarios, y que ofrece servicios de interés para las empresas: volumen de compra, investigación del mercado de exportación y consultoría en materia fiscal y legal.

¹⁰ www.italiatiles.com

- Centro Cerámico de Bologna,¹¹ un consorcio de la Universidad de Bologna, agencias regionales y Assopiastrelle, orientado a realizar investigación sobre materias primas y ofrecer análisis químicos y mecánicos de productos terminados, así como capacitación especializada.
- ICE, una agencia del gobierno italiano para la promoción de las exportaciones de la industria italiana de azulejo. La Cámara de Comercio Emilia Romagna.
- ERVET, una corporación formada por la región Emilia Romagna para implementar políticas económicas e industriales que den origen a un conjunto de servicios para el desarrollo de negocios que facilitan la innovación en las operaciones de las empresas. Además, se cuenta con empresas comercializadoras involucradas en la distribución de azulejos cerámicos.
- ENEA, la agencia nacional italiana para la investigación e innovación, creadora del sistema DEA (Decorazione e Ambientazione) que permite la visualización del efecto del azulejo en diferentes diseños.

También ha adquirido importancia la investigación sobre los problemas ambientales asociados a los procesos de producción en la industria de recubrimientos cerámicos, con particular atención en las emisiones de gases que contaminan el aire, agua y suelos, así como el manejo de desechos tóxicos y especiales.

Por otro lado, esta industria se ha convertido en un usuario intensivo de sistemas de información como herramienta de administración de operaciones, diseño y simulación. Los paquetes de programas de cómputo desarrollados para esta industria comprenden desde aspectos de manejo de activos, control de inventarios, servicios a clientes, contabilidad, procesamiento de información y análisis de productividad, hasta especificaciones arquitectónicas, diseño creativo, visualización fotográfica a partir de sistemas CAD y estimación de producto (Bowman y Cass, 2001). De esta forma, el productor puede mantener el control sobre más de 50 mil diferentes productos y saber cuántas variedades producir,

¹¹ De acuerdo con el Centro Cerámico de Bologna, las investigaciones están orientadas principalmente a calificar y verificar el desempeño y especificaciones de los productos bajo diferentes condiciones ambientales y de servicio, así como distintas técnicas de aplicación e instalación.

el estado de la producción, la fecha esperada de entrega y la asignación de máquinas y personal, con la consecuente reducción de costos. El uso de códigos de barras facilita el almacenamiento, embarque y mantenimiento de inventarios para los distribuidores. El servicio a los clientes se optimiza al utilizar programas de simulación como el DEA, que permite la visualización de sistemas completos, generando catálogos de video, definiciones alternativas del *lay-out* de los mosaicos (ofreciendo imágenes del diseño real) y calculando el costo de cada una de estas alternativas de diseño, constituyendo así una estación de trabajo para el diseño y arreglo de mosaicos.¹²

España

Las diferentes relaciones entre suministrador y cliente, como la existente entre los productores de cerámica y los fabricantes italianos y españoles de maquinaria, los fabricantes de pasta cerámica y los productores de esmalte crean un ambiente de gran dinamismo en cuanto a innovación en este *cluster*. Otras relaciones que contribuyen al intercambio y desarrollo de la tecnología son “la relación de las asociaciones de profesionales (ATC, ALICER, COHV) con las empresas y entre sí, la relación de los institutos de investigación (ITC, Sebastián Carpi, Universidad Jaume I, etc.) con las empresas, entre sí y su contribución a la formación de profesionales en el sector. Las ferias (CEVISAMA, CERSAI) y los congresos (QUALICER) suponen también un foro típico de información” (Albors, 2001:173).

Dentro de las asociaciones e instituciones científicas relevantes a esta rama industrial en España se encuentran: Asociación Industrial de Fabricantes de Azulejo (ASCER), la cual apoya a esta industria con actividades tales como la promoción comercial, la asistencia técnica, servicios legales y el *lobbying*. Además,

¹² Este sistema fue desarrollado con el auspicio del Programa Estratégico para Innovación y Transferencia de Tecnología de la Unión Europea y fue coordinado por la Agencia Nacional Italiana para Nueva Tecnología, Energía y el Ambiente, con la participación de asociaciones industriales (principalmente Assopiastrelle), asociaciones de diseñadores gráficos italianos y asociaciones de distribuidores.

España cuenta con un Centro de Investigación Especializado (ITC), dependiente de la universidad local (Jaume I), que emplea a 100 científicos; y otros laboratorios más pequeños como el S. Carpi, laboratorio de calidad, y otros institutos ligados al sector, como ALICER (centro de diseño). Hay dos factores que han contribuido principalmente a la fuerza de este sector en España:

1. Consumo local de azulejo. España consume casi 50% de su producción nacional, siendo el consumo per cápita más alto del mundo¹³ y ocupando el quinto lugar en la clasificación mundial de países consumidores totales.
2. El desarrollo de la capacidad de absorción tecnológica (J. Albors, X. Molina, 2001:172-173)¹⁴ de la empresa y por ende su capacidad de innovación y desarrollo tecnológico han hecho que sea posible el aprovechamiento de oportunidades de discontinuidades tecnológicas,¹⁵ intercambio de información y cooperación dentro de la compleja red interna que se establece entre los diferentes participantes y en un entorno geográfico relativamente pequeño (80 km de diámetro).

México

Las empresas de este ramo cuentan con gran experiencia y tradición de más de 100 años. Esto les confiere un gran conocimiento sobre el mercado local. Tecnológicamente, si bien algunas de las principales empresas cuentan con centros de investigación y desarrollo, como es el caso del Centro Tecnológico Interceramic;

¹³ El consumo per cápita de azulejo en Italia fue considerablemente más alto que el resto del mundo en los años setenta.

¹⁴ Según Cohen y Levinthal la definen como: “La habilidad de una empresa para reconocer el valor de una información nueva externa, asimilarla y aplicarla para fines comerciales”. Charlene Nicholls-Nixon la redefine como: “La habilidad o competencia para identificar, asimilar y explorar el conocimiento tecnológico o *know-how* del medio ambiente” (en Albors y Molina, 2001, *op. cit.*, pp. 172-173).

¹⁵ Una tecnología novedosa desarrollada logra una eficiencia productiva importante mientras declinaba la de la anterior.

las innovaciones están orientadas al producto, buscando desarrollar losetas más fuertes y resistentes al uso, así como lograr diseños estéticos atractivos para el cliente. Sin embargo, estas empresas no cuentan con registros de patentes en este rubro, lo cual refleja la falta de novedad en sus desarrollos. De hecho, las propias empresas líderes en el mercado nacional se definen como seguidores cercanos de tecnología de punta.

Gracias al crecimiento del mercado nacional, la utilización de la capacidad de planta del sector es buena (aproximadamente 85%), lo cual le permite operar con costos bajos, con la notable excepción del costo de energía, que es identificada como una de las principales amenazas para el desempeño competitivo de las empresas.

La falta de producción nacional de la maquinaria y equipos de vanguardia requeridos para esta industria hace que se tengan que importar y se realice una fuerte inversión, generando un elevado costo de financiamiento para estas empresas. Por ello, la devaluación, el riesgo cambiario, la deuda en dólares y euros crean una debilidad importante en este sector.

La fuerte competencia internacional, en cuanto a precios dirigidos a un mercado masivo, la competencia desleal y la desgravación arancelaria que vendrá dentro de tres años para productos europeos generan una amenaza seria para este sector. Por si fuera poco, de acuerdo con empresarios consultados, el cuadro de debilidades se completa con los siguientes factores: la carencia de incentivos gubernamentales a la innovación, los altos costos de energéticos, el costo elevado de transporte y flete, la carencia de personal técnico y la ausencia de criterios de calidad del producto.

La innovación en la industria mexicana de recubrimientos cerámicos

Para el análisis de la capacidad de innovación de esta industria en México, se revisaron las principales fuentes publicadas y dicha información fue complementada mediante la realización de entrevistas con informantes clave de las empresas Interceramic y Lamosa, así como del Centro de Investigación en Materiales Avanzados, la Universidad Autónoma de Chihuahua y la Universidad

Nacional Autónoma de México. En la siguiente sección se reportan los resultados de este análisis.

Centros de investigación y apoyo

Otros centros de investigación son la División de Materiales Cerámicos (DMC) y Beneficio de Minerales (BM) del Centro de Investigación en Materiales Avanzados; COMINSA; CINVESTAV Unidad Querétaro; CIDEMAC de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Centro de Investigación y Desarrollo de Materiales Cerámicos). Las relaciones de estos centros de investigación con las empresas son esporádicas y se centran principalmente en la provisión de servicios de capacitación y algunos análisis de laboratorio,¹⁶ lo cual evidencia la falta de articulación para apoyar la asimilación de tecnologías, que así queda como responsabilidad interna de empresas grandes.

Hay asociaciones de la industria, entre las que destacan las siguientes:

- Amprec, A. C., la cual brinda apoyo en cuanto a relaciones comerciales, acuerdos de precios de mercado, sinergia en costos de energéticos y litigios contra precios más bajos en los productos de importación.
- CAINTRA (NL), la cual ofrece servicios convencionales de apoyo, como son la defensa política de la industria, información y capacitación.
- Sociedad Mexicana de Cerámica Zona Norte, A. C., que imparte cursos, seminarios, talleres teórico-prácticos;¹⁷ brinda apoyo a personal operativo y coordina la edición de la revista *InfoCeram*.¹⁸

¹⁶ Los apoyos que brindan los centros de investigación, instituciones y asociaciones a las empresas de cerámicos son de diversos tipos, dependiendo de su área de especialidad y la región donde se encuentren, y se refieren principalmente a análisis químicos y mineralógicos, análisis térmico-diferenciales, gabinetría, microscopía y estancias de alumnos.

¹⁷ Los talleres son sobre combustión, control y prensas, sobre todo de apoyo al personal operativo.

¹⁸ *InfoCeram* es la revista de la Sociedad Mexicana de Cerámica Zona Norte, A. C., con sede en Monterrey, N. L., que fue creada con el objeto de hacer llegar a sus miembros información actualizada

A diferencia de los esquemas de *cluster* competitivo ilustrados para los casos de Italia y España, estas asociaciones apoyan principalmente aspectos de cabildeo ante autoridades, organizan ferias comerciales y ofrecen información y capacitación en “temas prácticos” (Sociedad Mexicana de Cerámica, 2003).

La materia prima que utiliza la industria es casi 100% nacional y considerada de buena calidad. Las empresas han realizado nuevas formulaciones de arcillas para mejorar propiedades y calidad del producto, así como desarrollo de esmaltes y recubrimientos antibacteriales.

Las innovaciones de producto se refieren mayoritariamente a diseño y la información relevante es obtenida por las empresas de distribuidores, tiendas, proveedores, ferias, estudios de mercado y tendencias mundiales. Dichas tendencias indican que los productos deben tener mejor calidad y resistencia, y formatos de mayor dimensión. Aunque no hay normatividad mexicana que especifique las características del producto, las empresas se basan en las normas ANSI de Estados Unidos y normas EN,¹⁹ que son las europeas.

En lo relacionado con la tecnología de equipo, casi 99% de la maquinaria y equipo utilizado por las empresas grandes del sector es de importación. Las innovaciones que realizan dichas empresas se limitan a algún tipo de adaptación y modificación para ahorro de energía.

Las innovaciones en el proceso han permitido ahorro de energía y han cambiado aquél por otros procesos automatizados y de molienda continua.

Conclusiones

Indudablemente, a pesar de que hay un conjunto de instituciones de apoyo a la industria de recubrimientos cerámicos en México, no se dan articulaciones interinstitucionales sólidas que pudieran conducir a un sistema de innovación.

y de utilidad concerniente a la industria cerámica. La información está relacionada con temas pertinentes a los productores de cerámicas, como son técnicas de fabricación, cursos, seminarios y diplomados relacionados con cerámica en general y su fabricación. También se publican entrevistas, anuncios y actividades de la industria.

¹⁹ Estas normas no son obligatorias en México.

De esta forma, el desempeño tecnológico queda sujeto a los esfuerzos de empresas individuales, dejándose de lado la oportunidad de generar un fenómeno de eficiencia colectiva que eleve el nivel competitivo de toda la industria

Las amenazas del entorno están dadas por el avance y las discontinuidades tecnológicas; la brecha de innovación tecnológica que han logrado acortar algunas empresas del sector, creando sus propias unidades de investigación, no las exime de estar a expensas de la tecnología en cuanto a maquinaria y equipo e innovaciones de producto y servicio al cliente.

Están emergiendo a nivel mundial nuevos productores que pueden representar una amenaza seria, sobre todo por el abatimiento de aranceles. Por ello la industria mexicana debería considerar la posibilidad de generar esquemas de colaboración más efectivos que la lleven a elevar su competitividad, más allá del buen desempeño que tengan las empresas individuales. Las oportunidades derivadas de la cercanía de México a un mercado tan importante como el de Estados Unidos son un incentivo muy poderoso para incorporar innovaciones que faciliten la entrada a dicho mercado y otros del continente americano.

Los empresarios consultados están conscientes de que el apoyo del gobierno es fundamental, principalmente al disminuir los precios de energéticos. También sugieren que se les puede apoyar con:

- Estudios macroeconómicos y de tendencias mundiales que ayuden a vislumbrar el rumbo para este sector.
- Fomento e incentivación de la ayuda en capacitación de personal, sobre todo a nivel técnico.
- Fomento de la modernización de la planta productiva.
- Creación de empresas de apoyo y seguimiento que vinculen innovaciones nacionales con necesidades de la industria.

Bibliografía

Albors, J. y X. Molina, (2001), “La difusión de la innovación, factor competitivo en redes interorganizativas. El caso de la cerámica valenciana”, *Economía Industrial*, 339, pp. 167-174.

- Bowman R. y C. Cass, (2001), "How to improve the management of tiling industry information to increase sales and ensure installation quality", *CSIRO Division of Building Construction and Engineering*, Australia, Sydney Institute of Technology.
- Buckley, P.J., L. Christopher, K. Prescott (1988), "Measures of international competitiveness: a critical survey", *Journal of Marketing Management*, 4, 2, pp. 175-200.
- Daniels, R.E. (2001), "State of the U.S. ceramic tile industry (Fall 2001)", www.tileusa.com/statesp.htm
- Humprey, J. y H. Schmitz (2002), "Developing country firms in the world economy. Governance and Upgrading in Global Value Chains", *INEF Report* 61, University of Duisburg.
- INEGI (1999), *Censos económicos*, Subsector 36, Producción de bienes a Base de Minerales no Metálicos, Tabulados básicos; Sector 2 Minería y Extracción de Petróleo.
- Koutstaal, M., P.J. Louter (1995), "Measuring economic performance", en P.R. Beije y H.O. Nuys, (eds.), *The Dutch Diamond: the usefulness of Porter analyzing small countries*, Garant Leuven-Apendoorn.
- Lundvall, B. A. (1993), "Explaining interfirm cooperation and innovation: Limits of the transaction- cost approach", en G. Grabher (ed.) *The embedded firm- on the socioeconomics of industrial networks*, Londres, Routledge, pp. 52-64.
- Pitts, E. y M. Lagnevik (1998), "GATT determines food industry competitiveness?", en B. Traill y E. Pitts (eds.), "Competitiveness in the food industry", Londres, Blackie Academic and Professional.
- Porter, M. (1990), "The competitive advantage of nations", Londres, Macmillan.
- (2002), "Competitiveness. Cluster-based policies", The Cluster Competitiveness Group, www.competitiveness.com
- Sociedad Mexicana de Cerámica (2003), *¿Qué es la Sociedad?*, <http://sociedadceramicanorte.com.mx>

Fuentes de internet

Asociación Española de Fabricantes de Azulejos (ASCER) 2002
<http://www.ascer.es>

Sociedad Americana de Cerámica, 2001
<http://www.ceramicbulletin.org>
www.italiatiles.com

La industria del envase de plástico en México

*Delia Margarita Vergara Reyes**

El avance científico y tecnológico ha sido la base para la generación y mejoramiento de materiales como los polímeros, llamados comúnmente “plásticos”. Desde el principio de su historia el hombre se ha beneficiado con la utilización de polímeros naturales como algodón, celulosa, seda, lana, alquitrán, laca, carey, cuernos y savias de árbol que producen ámbar y látex. Estas sustancias presentaban algunas dificultades que impedían una amplia aplicación, lo que condujo a una serie de actividades de investigación para obtener resinas semisintéticas, por medio de procedimientos químicos y físicos.

Se fue avanzando en el conocimiento a través de la experimentación; tal es el caso de la obtención accidental de nitrocelulosa (parkesina) hecha por Alexander Parkes (IMPIA, 1997) que, al ser inflamable, no se comercializó. El logro fue aprovechado por los hermanos Hyatt, quienes participaron en un concurso en Estados Unidos para encontrar un material que pudiera sustituir al marfil,

* Investigadora del Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, verdel@servidor.unam.mx. Esta ponencia es un avance de la investigación “La política industrial como instrumento para la difusión de las innovaciones tecnológicas en las PYMES mexicanas: La industria del plástico”, y se ha elaborado con el apoyo del Proyecto PAPIIT IN3116601, “El Sistema Nacional de Innovación y la competitividad del sector manufacturero en México”.

alcanzando la obtención del celuloide, con el que también comenzó la elaboración de peines, bolas de billar y películas fotográficas.

Durante el siglo xx se generan y comercializan los plásticos sintéticos,¹ obtenidos a través de la química orgánica. Las clases más comunes de polímeros están compuestas de carbono e hidrógeno (hidrocarburos); otros tienen elementos como oxígeno, cloro, flúor, nitrógeno, fósforo y azufre. La industria petroquímica tuvo un notable impulso durante la Segunda Guerra Mundial (Pemex, 1988), frente a la escasez de materiales como el hule natural con el que se fabricaban las llantas para los transportes militares; se necesitaba desarrollar nuevos materiales que los sustituyeran y ofrecieran mayor resistencia con menores costos.

A partir de entonces, por medio de la innovación tecnológica y sobre todo en los países con alto nivel de desarrollo, la industria de los plásticos ha evolucionado de tal forma que contribuye de manera importante a la generación de nuevos materiales, que a su vez dan origen a novedosos productos que permiten elevar la competitividad de las empresas que los poseen.

El propósito de este trabajo es mostrar, por una parte, las características relevantes del envase en general y en particular el de plástico; por otra, la situación que guarda la industria manufacturera en México en la producción de envases de plástico, ya que 41.5% de la producción de este material se utiliza en ella (IMPI, 1997b). La importancia del tema reside en que una gran parte de los productos elaborados, de acuerdo con sus características físicas y químicas, necesitan ser envasados y embalados para su distribución, convirtiéndose en un sector muy dinámico dentro de la economía; y también porque actualmente los envases de plástico compiten con los de otros materiales como vidrio y metal.

Principales características de los envases

En este apartado se exponen las particularidades esenciales de los envases, independientemente del material del que estén elaborados; en otro, se trata lo

¹ La primera sustancia artificial completamente sintética es la baquelita, descubierta en 1899 por Leo Baekeland, y que salió al mercado en 1907.

referente a los de plástico. Es importante señalar que la producción de envases está sujeta a las normas² nacionales e internacionales que rigen el comercio, con el propósito de garantizar un determinado nivel de calidad que permita el intercambio comercial en el ámbito mundial. Las normas industriales se originan para evitar la conducta irresponsable y arbitraria de productores. Cabe señalar que los países subdesarrollados, para alcanzar condiciones competitivas, están obligados a incrementar sus “aptitudes y capacidades, a dominar nuevas técnicas y establecer una infraestructura institucional (acreditación, metrología, normalización y apoyo técnico e información). Si estos costos son muy elevados para un país (en relación con su economía y exportaciones), las normas pueden suponer un obstáculo a la exportación” (ONUDI, 2003).

La definición de *envase* (Celorio, 1999), de acuerdo con la norma mexicana de envase y embalaje núm. 148 es “cualquier recipiente adecuado en contacto con el producto para protegerlo y conservarlo [...] facilitando su manejo, transportación, almacenamiento y distribución, y permitiendo el acceso del consumidor al producto” (Rodríguez, 2002). Otro tipo de envase es el embalaje, entendido como “todo aquello que envuelve, contiene y protege debidamente los productos envasados, que facilita, protege y resiste las operaciones de transporte y manejo e identifica su contenido” (Celorio, 1999). Por medio del envase y embalaje se pueden intercambiar productos de distintas zonas, con la garantía de que el contenido estará en óptimas condiciones.

Los expertos en la materia, para establecer las diferencias entre los envases, los clasifican de la siguiente manera (Celorio, 1999, Rodríguez, 2002): *a) Envase primario*: es el recipiente que cumple con la función particular de contener y mantener contacto directo con el producto; *b) Envase secundario*: es el que incluye uno o varios envases primarios y tiene la posibilidad de agrupar los productos; *c) Envase terciario*: puede darse el caso de que los envases secundarios necesiten de un recipiente que contenga dos o más. Su función es unificarlos y

² Las normas son documentos que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso o servicios, con el objetivo de asegurar su calidad, para proteger y orientar a los consumidores. Véase Secretaría de Economía, (1997), Ley Federal sobre metrología y normalización.

protegerlos durante su distribución; en este caso se puede decir que es un embalaje. El embalaje cumple con las mismas funciones del envase, pero la diferencia entre ellos radica en que aquel se utiliza generalmente para la distribución de mercancías; algunas empresas utilizan el término embalaje de expedición, el cual se refiere a la unificación y contención de productos menores y la protección del contenido para llegar a los consumidores.

Con cierta frecuencia se identifica a la industria del envase y embalaje como la industria del empaque; por un lado, esto se debe a que “en México y algunos países de América Latina el común de la gente llama *envase* al recipiente para contener líquidos; y *empaque* al contenedor para sólidos”, y por otro, al traducir las palabras *packaging* y *package* como empaque (Celorio, 1999).

Para evitar confusiones, en 1982 los representantes de los organismos representativos del envase y embalaje en países de habla española llegaron al acuerdo de excluir el término “empaque” de su respectivo glosario técnico, con fundamento en que la Real Academia Española concibe al empaque como “una junta o sello para unir dos piezas distintas, utilizada generalmente en la plomería y mecánica”.

Funciones estructurales y de comunicación

Los envases y embalajes tienen diversas propiedades, las cuales se agrupan en estructurales y de comunicación.

Estructurales

Como ya se ha mencionado, la principal función del envase es la contención, y depende del estado físico del artículo (líquido, sólido, semilíquido, etc.) y el tipo de envase por utilizar; en este sentido, el diseño industrial tiene un papel relevante: proteger y conservar en buen estado el producto contenido, tanto en sus propiedades físicas como químicas.

Protección física: por medio de ella se mantiene el buen estado del producto, impidiendo su deterioro en caso de que sufra algún tipo de colisión, caída, con-

taminación, insectos, pérdidas que modifiquen su volumen, etc. Así, el envase permite que el producto conserve su estabilidad física.

Protección química: se consigue que el producto conserve sus características químicas y el envase no permite que se altere, protegiéndolo del medio ambiente que puede propiciar modificaciones por la presencia de oxígeno, calor, humedad y rayos ultravioleta de la luz; en el caso de productos perecederos, la filtración de algunos elementos pueden causar o favorecer la actividad microbiana (Celorio, 1999), la aparición y desarrollo de hongos que deterioran la apariencia y las cualidades, disminuyendo la calidad y alterando la actividad química del producto.

Comunicación

Actualmente esta función es muy relevante, ya que el envase hace saber, por medio de su apariencia, las principales características o propiedades del producto, por ejemplo de qué calidad es, las bondades de su precio, cuál es el segmento del mercado al que va dirigido, la imagen del fabricante y a qué consumidor se destina.

El envase muestra por medio de leyendas impresas las principales características del producto, como: los ingredientes de los que se compone, la fórmula utilizada, la manera como se debe emplear, si es peligroso el contenido, qué medidas de seguridad se deben observar, cómo se almacena, la identidad y localización del fabricante, el peso o la cantidad neta contenida, el lugar donde fue producido, etcétera.

Otro elemento importante del envase es que, por medio de su forma, colores y tamaño, consigue la atención del consumidor y, mediante la información que presenta, conduce a su compra. De hecho, algunos envases llegan a constituirse en una marca tridimensional. Es decir, son envases que tienen una forma especial, que permite distinguirlos de otros productos de su misma clase, por ejemplo el envase de Coca Cola, que con sólo verlo se puede identificar el producto que contiene. Este hecho confiere importancia tal a los productos que los fabricantes se ven precisados a protegerlos (DOF, 1999).

Puede afirmarse que el envase se ha convertido en un elemento fundamental de la preferencia, selección y decisión de compra del producto; el consumidor tiene contacto con éste por medio del envase. Por esta razón los envases se han transformado a través del tiempo, respondiendo a los requerimientos de la sociedad.

Ingeniería de envases

Los materiales para la producción del envase se eligen de acuerdo con las características físicas y químicas del producto. La ingeniería de envases tiene un papel importante, por medio del desarrollo de los materiales y formas que permitan proteger al producto envasado. De tal manera, la ingeniería de envases y embalaje

...permite elegir materiales y/o materias primas adecuadas para el diseño del envase y su diseño estructural, pensando al hacer tal elección no sólo en el producto sino también en aspectos como: hacia quién va dirigido, en qué tipo de máquina será llenado el producto, como será transportado, qué tiempo se requiere de mantener almacenado, cómo se consumirá, cómo se prepara el producto, etcétera. (Rodríguez, 2002).

Otro especialista comenta: “Será el conjunto de exigencias a cubrir el que nos incline hacia un material concreto” (Avendaño, 1992).

Para determinar qué material se va a utilizar, se debe verificar si éste tiene las características y la calidad que se necesita, si cumple con las especificaciones técnicas requeridas para garantizar el buen funcionamiento físico-mecánico y físico-químico; así como atender los requerimientos de las normas del producto por envasar y que será el producto final. Para esto se elabora un documento de especificación técnica para materiales de empaque (Rodríguez, 2002). en este documento quedan registradas las características del material: 1. Datos generales del material. 2. Características específicas del material. 3. Niveles de calidad y lista de defectos. 4. Instrucciones de empaque, almacenaje y transporte. 5. Dibujo mecánico. 6. Dibujo de diseño gráfico, localización de textos y guía de color y 7. Estándar de color.

Para comprobar que los envases cumplen las características registradas en la especificación se les somete a diversas pruebas; en el caso de los envases de plástico, se realiza la verificación de la dimensión, capacidad al derrame, compresión, presión de vacío (colapsamiento), barrera a los gases, monómero residual, color y transmisión de vapor de agua (Rodríguez, 2002).

Como puede apreciarse, la elaboración de envases requiere del avance de la ciencia y de la innovación tecnológica, plasmadas en la ingeniería y diseño industrial, química, física, mecánica, informática, matemáticas, economía. También se apoya en la mercadotecnia, diseño gráfico, aspectos legales y normas.

Diseño y mercadotecnia

En la elaboración de envases para productos de consumo tiene un papel importante el diseño, en sus diversas especialidades: industrial y gráfico. El envase es un elemento muy importante en la estrategia competitiva de las empresas, pues las exigencias del mercado son en sí mismas un factor determinante en la demanda de un producto (envase y producto son una unidad) de calidad y precio específico. Por medio de la mercadotecnia se obtiene la suficiente información para conocer las preferencias, gustos y necesidades del consumidor, así como el nivel socioeconómico al que estará dirigido el producto, de tal manera que se haga posible precisar el tipo de imagen que va a comunicar: calidad, suntuoso, sobrio, popular, etcétera.

Con los datos obtenidos se lleva a cabo el diseño industrial y gráfico.³ El *diseño estructural* (parte del diseño industrial) se encarga de seleccionar el material conveniente, determinar la forma, capacidad, tamaño, resistencia a la compresión vertical y a la presión interna, color, textura, el tipo de tapa, cierre o sellado y una apariencia agradable. Un requisito indispensable para este proceso es tener amplios conocimientos del producto, ya que el envase será diseñado específicamente para él, respondiendo a sus particularidades.

³ Estos procesos se encuentran ampliamente explicados en la obra del diseñador Carlos Celorio, quien fuera un destacado especialista en el tema, así como fundador y director del Instituto Mexicano del Envase.

Las tareas del *diseño gráfico* son las de plasmar en el envase todos sus recursos y técnicas para captar la atención del consumidor; esto queda más claro en la siguiente cita

El diseñador gráfico debe ser un técnico de la comunicación, debe saber de percepción psicológica, de motivación y de psicología del color, debe saber manejar ordenadamente las prioridades del mensaje informativo y motivacional, y manejar el lenguaje de la tipografía, no solamente las palabras.

Por ello, el diseñador debe ser un técnico y artista de la ilustración y la fotografía; debe saber de trucos, secretos, mañas y efectos; debe conocer la técnica de las artes gráficas y debe saber auxiliarse de la magia y la técnica de las computadoras. También debe estar actualizado de los nuevos programas, materiales, equipos, movimientos y tendencias internacionales en materia de grafismo y mercadotecnia (Celorio, 1993).

De acuerdo con Rodríguez (2002), los siguientes elementos son primordiales para tomar en consideración en el diseño de los envases:

1. Conocer el producto: el envase debe ser diseñado para un producto específico y no viceversa.
2. Analizar el mercado: ¿qué envases utiliza la competencia?
3. Diseñar envases competitivos: ¿cómo se diferenciará de la competencia?, ¿cómo va a resaltar su imagen en el anaquel?
4. Reconocer necesidades del consumidor respecto al envase.
5. Innovar.
6. Mantener la ética del envase: no debe intentar engañar al consumidor en el aspecto, ni en la funcionalidad ni en textos; de lo contrario, esa será la última compra de este producto por parte de ese consumidor.
7. Integrar recursos: considerar e involucrar a todas las áreas que manejan el envase y el embalaje; mercadotecnia, producción, logística, distribución, legal, etcétera.
8. Revisar volúmenes de producción: los volúmenes generalmente determinan el envase a utilizar; por ejemplo, un volumen pequeño no justifica la fabricación de un molde para un envase exclusivo para ese producto.
9. Revisar problemas de exportación: consideración de las leyes y regulaciones extranjeras.

Así, la combinación de las distintas disciplinas del conocimiento es indispensable para tener éxito en la producción y comercialización de un producto.

Envases de plástico

Los materiales utilizados en la producción de los envases son vidrio, metal, cartón y plástico. El uso del plástico ha crecido a escala mundial en respuesta a su costo y al mejoramiento de sus propiedades; por medio del desarrollo de distintos materiales plásticos, que han alcanzado una mayor resistencia mecánica, mejor apariencia y barrera a gases (O_2 , CO_2). Los plásticos

...revolucionaron la producción y el uso de los envases de tal manera que se puede afirmar que el envase de plástico se caracteriza por su versatilidad en el diseño: diferentes grados de transparencia, variedad en su consistencia, en sus colores y tonos, en su tamaño y textura, en su tipo y grado de barrera, en sus propiedades y en sus procesos ofreciendo una rica gama de alternativas para encontrar soluciones concretas a los problemas específicos de envasado (Celorio, 1999).

En este sentido, Avendaño (1992) asevera que “la economía no está en los plásticos en sí, sino en un inteligente aprovechamiento de sus múltiples posibilidades”, y esto depende de los conocimientos y habilidades del diseñador industrial. Para definir el plástico adecuado en la elaboración de un envase, debe hacerse basándose en un cuidadoso análisis sobre los requerimientos que pretenden cubrirse, como ya se ha mencionado.

Los envases de plástico pueden tener las siguientes características:

- Flexibles (películas para embalaje, bolsas, sacos, envolturas, etcétera)
- Rígidos (hechos con materiales que dan cuerpo y resistencia al envase, como PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS⁴)
- Semirrígidos

⁴ PET: Polietilen-tereftalato; PEAD: Polietileno de alta densidad; PVC: Cloruro de polivinilo; PEBD: Polietileno de baja densidad; PP: Polipropileno; PS: Poliestireno.

- Transparentes
- Translúcidos
- Opacos
- Diferentes colores, tonos
- Diversos tamaños
- Variedad en los acabados
- Barrera a los rayos UV, a la humedad, al vapor de agua, gases y grasas
- Alta resistencia a las temperaturas, impactos, etcétera
- Moldeados, soplados, prensados y termoformados extruidos, coextruidos o laminados

Hay una gran gama de materiales plásticos de envase, con distintas propiedades y características, lo que permite realizar combinaciones para diseñar un envase; esto ha dado como resultado materiales plásticos de ingeniería.

Las ventajas de los envases de plástico son (Cruz, 2002; Báez, 2003):

- Alta resistencia a pesar de espesores delgados
- Poco peso
- Piezas de gran exactitud en forma y dimensiones
- Costo unitario bajo
- Alta productividad
- Se pueden pigmentar casi en cualquier color
- Alta obtención de formas plásticas en volumen de producción
- Adaptables en la producción en serie
- Operación sencilla
- Costo de maquinaria moderado
- Flexibilidad de pared delgada con resistencia mecánica
- Resistente al agua, hongos, bacterias
- Permite cambios en la producción, ya que los moldes no son voluminosos ni pesados
- Agilidad e inversiones bajas al cambiar el diseño del producto

Envases de plástico en México

Durante y después de la segunda guerra mundial se desarrollaron los principales polímeros que se utilizan en la industria del envase y embalaje. Uno de ellos es el polietileno, cuyo uso se expandió a partir de la segunda mitad del siglo XX (Rodríguez, 2003); en México se ha empleado masivamente en los últimos 20 años. Su precio, así como sus propiedades, han permitido que los productos de plástico reporten utilidades de carácter económico y social, haciendo posible que una gran parte de la población pueda adquirirlos.

En los años setenta, la industria farmacéutica comienza un proceso de reconversión tecnológica para cambiar los envases de vidrio por plástico, ya que éstos significaban hasta 80% del costo de los medicamentos (Rodríguez, 2003); esta ventaja permitió que se pudieran mantener en el mercado los productos hasta entonces no rentables, pero con demanda.

La posibilidad de reducir el costo de los productos a partir de la disminución del costo de los envases y, a partir de éstos, del transporte y manejo, constituyó un atractivo adicional para los envases plásticos que redundó en un constante cambio de materiales de vidrio y metálicos a envases principalmente de polietileno de alta densidad, polipropileno, poliestireno y PVC; mientras que las tapas hasta entonces de hojalata y aluminio se transformaron en tapas de polietileno (alta y baja densidad), polipropileno y sólo en algunos casos de poliestireno (Rodríguez, 2003).

Los envases manufacturados con los materiales mencionados no respondían a la necesidad de los productos que se degradaban por el efecto del oxígeno, pues permitían el paso de las moléculas de oxígeno al interior del producto. En los años ochenta se produce el polietileno-tereftalato (PET), que revoluciona el proceso hasta entonces utilizado en la elaboración de botellas de plástico, nuevo proceso que se conoce como inyección sople.

En 1987 se comienza el desarrollo a gran escala en México de envases de PET para bebidas y alimentos (Rodríguez, 2003). Este material es una resina que tiene una excelente barrera a los gases. Puede decirse que 90% de bebidas refrescantes que contenían algún nivel de carbonatado, así como el envasado de aderezos, aceites comestibles, especias, mayonesas y otros alimentos que necesitaban un buen nivel de barrera al oxígeno en pocos años cambiaron a envases

PET. Este acontecimiento cambió el panorama de la industria del envase en México, ya que el volumen de alimentos y bebidas significaba un importante porcentaje del total de los envases utilizados en el mercado (Rodríguez, 2003). La barrera a los gases es menor que la proporcionada por el vidrio, por lo que la retención del carbonatado se reduce.

Debido a que se ha convertido en una opción de envasado con iguales características a las de otros materiales, el sector de envases de plástico en México ha crecido de manera importante. 43% de la producción de la industria del plástico es consumida en la elaboración de envases y embalajes; las principales resinas utilizadas en este sector son:

- Polietilen-tereftalato
- Polietileno de alta densidad
- Policloruro de vinilo
- Polietileno de baja densidad
- Polipropileno
- Poliestireno

Comportamiento de la industria

Como se ha mencionado, la sustitución de **vidrio por resina PET**, principalmente en la fabricación de botellas para refrescos y agua, es un factor que ha incidido en el crecimiento de la participación del envase de plástico en el mercado del envase y embalaje; otro elemento es la utilización de películas para el envase industrial empleadas por las empresas exportadoras de manufacturas. En el siguiente cuadro se puede apreciar el aumento de la producción del envase y embalaje de plástico respecto a los otros materiales, ya que de 1996 a 2000 tuvo un crecimiento de 64.1%. En 2001 tuvo un crecimiento de 4% respecto al año anterior; en 2002 sólo creció 3%, a pesar de la contracción de la actividad económica.

El dinamismo del sector de los envases está dado en parte por la necesidad primordial que tiene la mayoría de las manufacturas, conforme a sus características tanto físicas como químicas, de ser envasadas y embaladas para que se

Cuadro 1. Producción de envases y embalajes (toneladas)

<i>Material</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>
Madera	1 063 437	1 267 908	1 554 748	1 478 994	1 474 769	1 368 620	1 264 189
Metal	407 475	435 528	472 813	499 147	529 096	487 458	511 831
Papel y cartón	1 890 600	1 956 600	2 093 500	2 097 800	2 185 500	2 193 300	2 222 000
Plástico	672 616	762 596	844 885	935 288	1 103 640	1 147 785	1 182 219
Vidrio	2 300 000	2 433 000	2 625 207	2 703 963	2 758 042	2 811 733	2 952 320
Total	6 334 128	6 855 632	7 591 153	7 715 192	8 051 047	8 008 896	8 132 559

Fuente: AMEE con datos socios, CANAFEM, INEGI y Bancomext.

**Cuadro 2. Valor de la producción de envases y embalajes
(millones de pesos)**

<i>Material</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>
Madera	132.75	187.74	331.99	375.60	401.50	377.75	309.86
Metal	6 841.90	7 736.50	9 348.50	10 268.60	9 957.80	9 523.70	9 952.30
Papel y cartón	10 589.60	12 725.10	15 584.50	16 139.20	18 322.20	21 133.70	21 628.10
Plástico	8 170.90	10 029.80	11 427.10	12 948.10	14 810.10	15 234.40	15 460.30
Vidrio	5 616.10	7 020.20	8 402.00	8 841.30	9 642.80	9 695.10	10 090.70
Total	31 351.25	37 699.34	45 094.09	48 572.80	53 134.40	55 964.65	57 441.26

Fuente: elaborado con datos de INEGI y Anuario Estadístico 2003 (AMEE).

realice su distribución de acuerdo con los métodos y el transporte que requiere. Durante 2002 en el sector de envases de plástico se registró un crecimiento de 2.6%, con una producción de 3 672.3 millones de unidades (AMEE, 2003a:48).

Los datos sobre el valor de la producción de la industria de envase y embalaje en México reportan la suma total de la producción realizada por las empresas (se venda o no), en los que puede observarse un constante crecimiento; sin embargo, los porcentajes de crecimiento más altos se registran en 1997 y 1998 con 20.24 y 19.64%, respectivamente; el más bajo ocurrió de 2001 a 2002.

EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

El desempeño de la economía del país en 2002 estuvo perturbado por factores internos y externos como la recesión en Estados Unidos, que repercutió de manera importante en los sectores industriales. La economía mexicana creció en sólo 0.9% (menor al pronóstico gubernamental) y el sector manufacturero se contrajo 0.6%; sin embargo, el valor de la producción de la industria mexicana de envase y embalaje mostró un crecimiento de 2.63% respecto al año anterior.

Dentro de este contexto se han presentado resultados favorables en la industria de envase y embalaje en México; el valor global de las ventas en 2002 llegó a 57 603.31 millones de pesos, observándose una ligera recuperación de 3.8% respecto al año anterior, que había registrado un crecimiento de medio punto porcentual en relación con 2000.

En particular, el sector de envases de plástico mostró un menor dinamismo, con sólo 0.81% en 2002 respecto a 3.43% registrado en 2001. Se esperaba que aumentara la demanda de bienes y servicios durante 2003 impulsada por el consumo, pero la recuperación de la economía ha sido muy lenta. Otro elemento negativo en esta industria ha sido el alza de los precios del gas natural, lo que eleva los costos de las materias primas utilizadas. Las empresas dedicadas a la fabricación de envases y embalajes de plástico se localizan principalmente en el Distrito Federal, el Estado de México y Jalisco.

**Cuadro 3. Valor de las ventas de envases y embalajes
(millones de pesos)**

<i>Material</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>
Madera	210.29	282.95	447.91	481.98	499.32	465.46	388.91
Metal	6 297.50	7 457.60	9 569.30	9 927.90	9 925.40	9 538.90	9 977.40
Papel y cartón	10 520.20	12 807.20	15 760.60	18 574.80	20 740.30	20 847.10	21 380.80
Plástico	8 104.30	9 715.50	11 199.10	12 694.80	14 550.40	15 050.20	15 173.30
Vidrio	5 362.40	6 864.20	7 995.10	8 809.30	9 480.90	9 591.90	10 682.90
Total	30 494.69	37 127.45	44 972.01	50 488.78	55 196.32	55 493.56	57 603.31

Fuente: elaborado con datos de AMEE, Anuario Estadístico 2003.

Balanza comercial

Los datos que regularmente se manejan en las estadísticas de comercio exterior concentran a las manufacturas de plástico y de caucho; la desagregación se puede hacer por fracción arancelaria (capítulo 39 del arancel de aduanas) para precisar el comportamiento de los envases de plástico en el comercio internacional.

En el siguiente cuadro se puede observar que la balanza comercial ha sido deficitaria; las exportaciones disminuyeron considerablemente en el valor total en 50% durante 2002 respecto al año anterior. El comportamiento de las importaciones en el último año tuvo un decremento de 21.4%, debido a la disminución en las compras al exterior de películas y tapas.

Se puede advertir que en 2001 las exportaciones de manufacturas comienzan a disminuir, agudizándose durante 2002, como consecuencia del descenso de la demanda internacional, la desaceleración de la economía estadounidense (principal mercado para México) y de la problemática del abastecimiento de materia prima. Es importante mencionar que la industria mexicana de envase y embalaje representa 1.8% del PIB nacional y 9.2% del PIB manufacturero (AMEE, Anuario Estadístico 2003).

**Cuadro 4. Balanza comercial. Envases y embalajes de plástico
(millones de dólares)**

<i>Años</i>	<i>Exportaciones</i>	<i>Importaciones</i>	<i>Saldo</i>
1997	659.9	748.1	-88.2
1998	514.1	969.2	-455.1
1999	657.4	1,154.3	-496.9
2000	807.4	1,384.9	-577.5
2001	789.7	1,554.8	-765.1
2002	394.4	1,222.3	-827.9

Fuente: elaborado con datos de AMEE, Anuario Estadístico 2003.

El origen de las importaciones de productos terminados de plástico es, por orden decreciente: Estados Unidos, 76.4%; Canadá, 3.5%; Alemania, 3.3%; China, 2.0%; Taiwan, 1.8%; Japón, 1.6%; Francia, 1.6%; Hong Kong, 0.4% y otros, 9.4%. Las exportaciones tienen como destino a Estados Unidos, donde se coloca 63.3%; Costa Rica, 4.9%; Guatemala, 4.5%; Cuba, 3.4%; y otros 14.7% (IMPI, 1997:96).

Desarrollo tecnológico

En materia de utilización de innovaciones tecnológicas, los datos disponibles no son nada satisfactorios, ya que la tasa promedio del parque industrial presenta un atraso tecnológico de 20 años (Bancomext, 1994). El desarrollo tecnológico de este sector es muy limitado, lo cual se refleja en bajos índices de productividad, acentuados por la insuficiente capacitación de personal. La tecnología que se utiliza en general es importada (véanse cuadros 5 y 6).

Negociaciones internacionales y del *World Trade Atlas*

Durante mucho tiempo, la mayoría de los empresarios nacionales compraron maquinaria usada generando con esto una sobrecapacidad instalada que llevó a elevar los costos fijos y, por ende, al encarecimiento de los productos, reduciendo con esto los márgenes de rentabilidad de la empresa; en la actualidad resulta obsoleta en muchos casos.

El proceso de extrusión es continuo, por lo que demanda una mayor cantidad de consumo de plásticos; las 800 empresas que fabrican tubería, película, mangueras y perfiles tienen una capacidad ociosa de 50%. Los procesos más utilizados en la industria de envase y embalaje son los de inyección, soplado y de inyección soplado.

En 1996 la planta transformadora de inyección de plásticos se encontraba trabajando a 42% de su capacidad instalada. Algunos empresarios consideran preferible la subcontratación o maquila; y si el resultado es positivo realizan la

Cuadro 5. Importaciones de maquinaria (millones de dólares)

<i>Año</i>	<i>inyectoras</i>	<i>Extrusoras</i>	<i>Moldeadoras por soplado</i>	<i>Moldeadoras en vacío</i>
1990	69.3	22.3	26	8.4
1991	81	36.7	29	5.4
1992	99.6	29.5	37.4	13.3
1993	100.3	28.6	39.2	10.2
1994	127.9	34.7	68.7	19.8
1995	168.4	25.8	55.7	9
1996	162.1	35.8	25.1	13.1
1997	205.4	36.9	49.1	17.4
1998	237.1	65.4	136.6	19.5
1999	255	52	92.2	17.7
2000	296	70	72	37
2001	233	68	91	26

Fuente: elaborado con datos de Secofi, Subsecretaría de Negociaciones Internacionales y del *World Trade Atlas*.

adquisición de maquinaria, en muchos casos, a través del crédito que les otorgan los proveedores de la tecnología.

Las exposiciones en México para la industria del envase y embalaje de plástico constituyen un instrumento importante para que los empresarios cuenten con la información sobre las nuevas tecnologías; las más relevantes son Plast-Imagen y Expo-pack.

Organización empresarial

Durante la década de los ochenta se puso en marcha una iniciativa para vincular a las distintas agrupaciones de la industria transformadora del plástico con

**Cuadro 6. Origen de las importaciones de maquinaria
(millones de dólares)**

<i>País</i>	<i>1999</i>		<i>2000</i>		<i>2001</i>	
	<i>Valor</i>	<i>%</i>	<i>Valor</i>	<i>%</i>	<i>Valor</i>	<i>%</i>
Estados Unidos	279.2	45	317.6	46.4	222.1	36.6
Alemania	71.4	11.5	78	11.4	96.4	15.9
Italia	45	7.3	57.1	8.4	59.1	9.7
Francia	53.9	8.7	37.6	5.5	47.2	7.8
Japón	60.4	9.7	65.6	9.6	45.5	7.5
Canadá	45.8	7.4	40.7	5.9	37.3	6.2
Otros	64.3	10.4	87.2	12.8	98.7	16.3
Total	620	100	683.8	100	606.2	100

Fuente: *World Trade Atlas*.

el fin de encontrar soluciones conjuntas a los problemas que enfrentaba la industria, denominado “Programa Nacional del Plástico” (Infoplas, 2002), que constituyó un acuerdo de colaboración de la industria del plástico con la entonces Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; éste funcionó pocos meses, debido a que llegó a su fin la gestión de Miguel de la Madrid y en el siguiente sexenio, de Carlos Salinas de Gortari, no se le dio continuidad.

Después del esfuerzo anterior, fue hasta noviembre de 2002 cuando se realizó la primera Convención de Industriales del Plástico, impulsada en gran parte por la preocupación de los empresarios nacionales ante el crecimiento de las importaciones provenientes de China y su incorporación a la OMC. Durante 2003 se elaboró el “Estudio Estratégico para Elevar la Competitividad y el Desarrollo Sustentable de la Cadena Productiva del Plástico” apoyado por la Asociación Nacional de la Industria del Plástico (ANIPAC) y por la Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología, en la pequeña y mediana empresa (FUNTEC). Se presentaron los principales resultados en la segunda

convención nacional del ahora Consejo Mexicano de Industrias del Plástico (Oria, 2003).

Una de las principales agrupaciones es la Asociación Nacional de la Industria del Plástico, A. C. (ANIPAC), institución de carácter voluntario, cuyos objetivos fundamentales son representar, fomentar y acrecentar la capacidad competitiva de dicha industria, así como exponer los requerimientos de sus asociados y del conjunto de ésta ante organismos gubernamentales y no gubernamentales, cámaras y asociaciones, además de vincular y promocionar a sus socios en el ámbito nacional e internacional a través de la realización de eventos y participación en las principales ferias y exposiciones nacionales y mundiales (*Mundo Plástico*, 2003).

Otras agrupaciones de la industria, también importantes, son las siguientes: la Asociación Nacional de la Industria Química, la Sección 46 de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (Canacintra), la CAREINTRA (en Guadalajara), CAINTRA (Monterrey), el Instituto Mexicano del Plástico Industrial (IMPI).

La industria del envase y embalaje está representada por la Asociación Mexicana de Envase y Embalaje, A. C. (AMEE) y el Instituto Mexicano de Profesionales en Envase y Embalaje (IMPEE). Uno de los objetivos fundamentales de AMEE, es el de fomentar actividades de enseñanza y capacitación; también, de investigación y desarrollo tecnológico, promoción y difusión en lo relacionado con el envase y embalaje (AMEE, 2003b); las actividades principales del IMPEE son ofrecer programas de capacitación y actualización técnicas, difundir distintos aspectos del envase y embalaje, asesoría y recopilación de información técnica (IMPEE, 2004).

Consideraciones finales

La industria del plástico enfrenta serios problemas por una fuerte dependencia de materias primas (importa más de 52%) que repercute en el precio de los productos; el 90% de la maquinaria que utiliza es importada; los precios de las materias primas son elevados. En 2003 se registraron fuertes aumentos en el precio del gas natural, que es la base para fijar el precio del etano con el que se

fabrica el etileno, materia prima fundamental de los polietilenos; el cloruro de vinilo, el etilénglicol y otros productos elaborados por Pemex Petroquímica. El aumento del precio del etileno afectó el costo de producción del polietileno, ya que las materias primas constituyen una parte considerable del costo de producción, y éste afecta el precio del producto final.

Esta situación altera directamente la producción de productos de plástico. A pesar de las dificultades económicas, el sector de envases de plástico ha sido uno de los más dinámicos dentro de la industria de envase y embalaje en México, al mantener un crecimiento sostenido en 2002 de 2.6%, con una producción de 3 672.3 millones de envases. Sin embargo, la balanza comercial ha sido deficitaria en los últimos años, aumentando en el mercado nacional los productos importados.

Se ha observado, tanto con los datos estadísticos como con la investigación directa, que la producción se realiza en muchos casos por la demanda de empresas que requieren envases para sus productos finales, estableciendo las condiciones bajo las cuales se deben elaborar, como el diseño, materiales, etc.; tiene entonces el carácter de un sector que brinda un servicio (producción de maquila) y la empresa contratante se encarga del llenado y etiquetado del envase para colocarlo en el mercado con su marca.

En lo referente a la tecnología, ésta es mayormente importada. La industria de envases plásticos constituye un sector dominado por los proveedores (Pavitt, 1984; Molero, 1994; Vence, 1995), donde las innovaciones que predominan radican en los procesos productivos y están incorporadas a la maquinaria, por lo que la trayectoria tecnológica del sector⁵ se fundamenta en la disminución de los costos mediante la elección de la tecnología ofrecida por otros sectores. Esto no excluye la posibilidad de que en un mismo sector puedan coexistir distintas trayectorias tecnológicas.

⁵ Pavitt identificó trayectorias tecnológicas, pero no hizo ninguna clasificación sectorial.

Bibliografía

- Asociación Mexicana de Envase y Embalaje, A.C. (AMEE) (2003a), *Anuario Estadístico*, México.
- _____ (2003b), *Órgano informativo*, año 10, núm. 58, noviembre-diciembre.
- Asociación Nacional de Industriales del Plástico, A.C. (ANIPAC), (2000), “Plan Estratégico 2000”, en *Revista Ingeniería Plástica*, año 2, núm. 8, Uruguay, Costa Nogal.
- Báez, C. (2003), “Introducción a los plásticos”, *Revista Mundo Plástico*, año 1, núm. 2, México, Fass Editores, julio-agosto.
- Bancomext, (1994), “*Industria de Manufacturas de Plástico*”, México, septiembre.
- Celorio, C. (1999), “Diseño del embalaje para exportación”, *Ingeniería en envase y embalaje*, México, Packaging.
- Cruz, H. (2002), revista *Énfasis*, septiembre-octubre.
- Gregg, J. (2001), “Explorando las fronteras de los empaques”, revista *Énfasis*, año 1, núm. 6, México, Packaging, noviembre-diciembre.
- Diario Oficial de la Federación (DOF)* (1999), Artículo 89, 17 de mayo.
- Instituto Mexicano del Plástico Industrial (IMPI) (1997a), “El mundo de los plásticos”, tomo I de la *Enciclopedia de Plásticos*, México, Mercado más importante de destino de manufacturas de plástico.
- _____ (1997b), *Estadísticas de la industria del plástico*, México.
- Infoplas (2002), *La unión de la industria del plástico: los primeros pasos*, México, 15 de junio.
- INEGI (1994), *XIV Censo Industrial*, México.
- _____ (1999), *XV Censo Industrial*, México.
- _____ (2000 y 2001), *La industria petroquímica en México*, México.
- IMPEE (Instituto Mexicano de Profesionales de Envase y Embalaje) (2004), *Acerca del Instituto*, en www.envaseyembalaje.com.mx
- Molero, J. (1994), “Desarrollos actuales de la teoría del Cambio Tecnológico: tipologías y modelos organizativos”, en *Información Comercial Española*, núm. 726, febrero.
- Monak, L. (2002), “El comercio de productos plásticos en América Latina”, revista *Tecnología del Plástico*, núm. 126, México, junio.

- Mundo Plástico* (2003), “Anatomía de la ANIPAC”, año 1, núm. 2, México, julio-agosto.
- ONUDI (2003), Informe sobre el desarrollo industrial correspondiente a 2002/2003, *Competir mediante la innovación y el aprendizaje*.
- Oria, A. (2003), “Aplicaciones del plástico seducen a fuertes rivales”, *El Financiero*, México, 29 de octubre.
- Pavitt, K. (1984), “Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory”, *Research Policy*, vol. 13, núm. 6.
- Pemex (1988), *El Petróleo*, México.
- Quijada, R. (2003), “Panorama de la industria petroquímica”, revista *Ambiente plástico*, año 1, núm. 1, México, Instituto Mexicano del Plástico Industrial (IMPI), mayo-junio.
- Rodríguez, J. (1997), *Manual de ingeniería y diseño de envase y embalaje. Para la industria de los alimentos, químico, farmacéutica y cosméticos*, 3a. ed., México, Packaging Ingeniería en Envase y Embalaje.
- Rodríguez, J. (2003), “Envases plásticos: innovación constante en el mercado”, revista *Mundo Plástico*, año 1, núm. 1, México, Fass Editores, mayo-junio.
- Secretaría de Economía (1997), *Ley Federal sobre metrología y normalización*, México.
- Vence, X. (1995), *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*, Siglo XXI, España.
- www.plastico.com

Innovación y competitividad en la industria siderúrgica integrada. México 1992-2002

*Lourdes Álvarez Medina**

Introducción

La industria siderúrgica en México invirtió más de 6 mil millones de dólares para modernizarse después de que se privatizó en 1992; sin embargo, los esfuerzos hechos no han podido cristalizar debido a la crisis constante en que se encuentra la siderúrgica mundial. Problemas básicos que aquejan a la industria como el bajo crecimiento de la demanda, exceso de capacidad instalada, alta segmentación y baja diferenciación en la mayoría de los productos influyeron para que el precio del acero mantuviera una tendencia a la baja, las prácticas desleales fueran abundantes y la industria en general destruyera valor.

En los próximos años se verán principalmente tres estrategias empresariales: la consolidación de grupos regionales, la de composición de la cadena del valor basada en la división internacional del trabajo y el movimiento de actividades de las empresas aguas abajo en la cadena del valor. En la Unión Europea ya se puede observar la tendencia a la consolidación mediante la formación de

* Profesora de la Facultad de Contaduría y Administración, División de Estudios de Posgrado, UNAM, malvarez@server.contad.unam.mx

oligopolios regionales con empresas como Arcelor, que controla más de 60% de la producción de acero en la región, además de que se ha especializado surtiendo 75% del acero que consume la industria automotriz europea.

En México, a partir de la privatización, se observan diferentes resultados con las cuatro siderúrgicas integradas que operan en el país: Hylsamex realizó una importante inversión en innovación tecnológica, pero la constante crisis de la siderúrgica mundial y el encarecimiento de algunos insumos, como la electricidad, no le permitieron alcanzar sus objetivos, se vio en problemas para pagar sus pasivos y obligada a reestructurar su deuda a principios de este año; IMEXA, que pertenece al grupo hindú-inglés ISPAT-Internacional, se ha acomodado a la división internacional de trabajo y a la operación global produciendo semiterminados para las plantas que el grupo tiene en Estados Unidos; SICARTSA ha seguido, desde hace años, una estrategia de diversificación aguas abajo en la cadena del valor que le ha permitido defenderse ante la apertura comercial y la crisis de la siderúrgica mundial, no obstante su principal negocio sigue siendo la producción de acero; por último encontramos a Altos Hornos de México, que mantiene una lucha por subsistir desde que entró en suspensión de pagos en 1999.

El objetivo de este trabajo es conocer si la industria siderúrgica en México ha incrementado su competitividad en la última década mediante la implantación de estrategias vinculadas a la innovación tecnológica que le hayan permitido aumentar el valor agregado en la mezcla nacional de productos y ganar participación en los mercados internacionales. Para esto hemos estructurado la investigación en las siguientes partes: *a)* en la primera se señalan los principales problemas que enfrenta la industria siderúrgica mundial; *b)* en la segunda se analiza la inversión en tecnología y los resultados que presentan las cuatro siderúrgicas integradas en México (Hylsamex, Altos Hornos de México (AHMSA), ISPAT-Mexicana y SICARTSA); se calcula el índice índice de innovación y se presenta la matriz de estrategias tecnológicas de las siderúrgicas; *c)* en la tercera parte se analiza la evolución de la mezcla nacional de productos y la competitividad de la industria con base en su comportamiento exportador utilizando el banco de datos Magic desarrollado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2003); y *d)* finalmente se presentan conclusiones.

La problemática de la industria siderúrgica mundial

De acuerdo con Rueda (2001:19), la siderúrgica mundial es una industria madura que actualmente presenta graves problemas en su funcionamiento no obstante la profunda restructuración que se inició a partir de la década de los ochenta; en ésta se privatizaron las empresas en manos del gobierno, se hicieron grandes inversiones de capital extranjero directo, se realizó una serie de fusiones, alianzas y adquisiciones, y se modernizó tecnológica y organizativamente la planta productiva.

La privatización de la siderúrgica se dio como parte de las reformas estructurales y la desregulación de los mercados, proceso que se inició en los años ochenta en los países desarrollados y se extendió a América Latina en la década de los noventa. Las fusiones, alianzas y adquisiciones fueron impulsadas por la desregulación de la inversión extranjera directa, la conveniencia de estar cerca de los grandes mercados, dominar una región específica, bajar costos y evadir barreras arancelarias. La modernización tecnológica y organizativa se orientó principalmente a reducir tiempos y costos de producción, usar eficientemente la energía, disminuir la contaminación, flexibilizar el sistema de producción y crear nuevos productos con mayor valor agregado, y se adoptó el modelo de producción flexible dando gran importancia a la disminución del número de trabajadores e introduciendo la subcontratación de procesos, servicios y mano de obra.

Pese a todas estas acciones, en la última década la demanda de acero en el mundo creció únicamente 0.09%, la tasa de utilización de la capacidad instalada fluctuó entre 70 y 80%, el precio de la tonelada de acero bajó y el promedio de rentabilidad por accionista fue inferior a cero (Schmiedeberg, 2002). Sin embargo, la situación no ha sido homogénea, ya que hay países, especialmente en Asia y América Latina, en que la demanda de acero creció a tasas mucho mayores y algunas empresas lograron tener utilidades y crecer.

Se han detectado cuatro factores que afectan a la siderurgia mundial: el casi nulo incremento de la demanda, el carácter de producto básico o *commodity* del acero, el exceso de capacidad instalada de producción y la fragmentación de la industria mundial. Debido a la situación económica mundial y que no es posible cambiar el carácter de producto básico del acero, las estrategias empresariales

se han centrado en disminuir capacidad de producción instalada y en evitar la fragmentación de la industria.

El exceso de capacidad instalada de producción aumenta los costos y obliga el precio del acero a la baja;¹ no obstante, cada año hay grandes inversiones en la industria destinadas a incrementar capacidad instalada, lo que se considera un comportamiento irracional y predador. Por otro lado, mientras se mantuvo el modelo de sustitución de importaciones, muchos países construyeron plantas siderúrgicas para surtir sus mercados; estas empresas formaban oligopolios en su lugar de origen, pero, al bajarse las barreras comerciales, la siderúrgica mundial quedó altamente fragmentada. Las industrias fragmentadas se caracterizan por la presencia de muchos competidores, una posición para negociar generalmente débil, baja rentabilidad y, en este caso, altas barreras de salida.

Sobre estos dos factores se detectan tres estrategias de cambio en la industria: la consolidación regional, la especialización y la deconstrucción de la cadena de valor.

La consolidación regional presupone la integración horizontal de empresas que permita la disminución de la fragmentación y que ayude a eliminar el exceso de capacidad de la industria. En la Unión Europea se ha observado este fenómeno; actualmente hay dos empresas que controlan más de 80% de la producción de la región: Arcelor —que se formó con la fusión Usinor de Francia, Arbed de Luxemburgo y Aceralia de España— y la fusión de Thyssen-Corus. Al fusionarse, las empresas cerraron algunas plantas en donde la tecnología era obsoleta y vendieron algunos negocios para cumplir con las leyes antimonopolio de la Unión Europea, lo que llevó a una reducción tanto de la capacidad instalada como de la fragmentación de la industria.

La segunda estrategia se refiere a la especialización y migración de actividades hacia abajo de la cadena productiva. Esta es una forma de ir saliendo de la industria y dando los espacios necesarios a las empresas que vean que no pueden seguir teniendo pérdidas año con año. Las empresas con menores escalas de

¹ En 2003 y 2004, la demanda de China ha provocado un aumento temporal de los precios, los cuales se espera vuelvan a su nivel anterior.

producción o aquellas que ya han ido tomando nichos de mercado tendrán mayor “velocidad de escape”.

La tercera estrategia se relaciona con la deconstrucción de la cadena del valor y la formación de empresas globales. En este enfoque el proceso de producción se distribuye en una región específica aprovechando las ventajas comparativas, lo que produce una reducción de costos sustancial.

Desempeño innovador de la industria siderúrgica en México

La tendencia de la industria siderúrgica en los países industrializados es hacia la creación de productos con mayor valor agregado, mientras que se disminuye capacidad instalada y se abandonan partes del proceso productivo que son contaminantes, dejando que éstas se lleven a cabo en los países en desarrollo. Por lo anterior, interesa conocer el objetivo de las principales inversiones en tecnología que se realizaron en las siderúrgicas durante el período, considerando dos preguntas: ¿cuánto dinero se invirtió? y ¿en qué tipo de proyectos? A continuación hacemos una revisión de las cuatro empresas siderúrgicas en México —que son responsables de 78% de la producción de acero en el país: Hylsamex, AHMSA, SICARTSA e IMEXA— analizando si la inversión va dirigida a ampliar capacidad instalada, a la creación de nuevos productos con mayor valor agregado, o a acciones de modernización o mantenimiento (Álvarez, 2000:148-208).

Hylsamex

Hylsamex es una empresa que pertenece al grupo Alfa, el cual ha evolucionado llegando a conformar un conglomerado altamente diversificado. Actualmente participa en industrias de petroquímicos, fibras sintéticas, acero, alimentos, autopartes y telecomunicaciones, y está integrado a través de cinco grupos de negocios: Alpek, que cuenta con varias empresas dedicadas a la petroquímica; Hylsamex, que participa en el negocio del acero; Sigma, empresa de alimentos; Versax, que cuenta con cuatro comercializadoras; y Onexa, que cuenta con Alestra, empresa dedicada a las comunicaciones.

Cuadro 1. Principales proyectos de inversión tecnológica en Hylsamex

<i>Proyecto</i>	<i>Objetivo</i>
Nueva planta de HRD en Monterrey, la innovación efectuada por la empresa se observa en el transportador neumático de descarga del HRD en el horno eléctrico a 600°C	Aumentar capacidad instalada, reducir dependencia de chatarra y disminuir costos
Minimill de laminación ultradelgada que incluye un horno eléctrico, un horno de olla, una máquina de colada continua, un horno túnel y un laminador en caliente	Transformar la capacidad instalada a 1500 millones de toneladas anuales, reducción significativa de costos, nuevos productos con mayor valor agregado y calidad
Líneas de decapado	Aumentar capacidad instalada, proceso totalmente automatizado que mejora la calidad de la lámina en caliente
Molino para laminar en frío	Aumentar la capacidad instalada, mejora la calidad de calibres y planeza y ofrece aceros para usos eléctricos y al carbón
Línea de galvanizado y pintado	Aumentar capacidad instalada y consolidar la gama de aceros recubiertos
Horno eléctrico EBT en la división de alambrón y varilla ubicada en Puebla	Disminución de costos de operación y reducción de contaminantes al ambiente
Optimizar las nuevas instalaciones	Disminución de costos
Molino para la planta norte	Aumentar capacidad instalada
La división tecnológica HYL puso en operación una planta en Arabia Saudita	Venta de tecnología siderúrgica
Sidor de Venezuela	246 millones en el programa de inversiones

Fuente: Álvarez Medina, *Cambio tecnológico en la industria siderúrgica mexicana integrada*, tesis de doctorado, México, FCA-UNAM, 2000, p. 52.

Hylsamex es la siderúrgica ubicada en México que mejor ha asimilado la tendencia mundial de reducir el tamaño de las plantas usando tecnologías de punta y buscando tener una mezcla de productos con mayor valor agregado. A principio de la década de los noventa tenía tecnología atrasada que producía acero plano a partir de lingotes, pero en los últimos años cambió radicalmente, gracias a su estrategia apoyada tanto en actividades de innovación como de modernización tecnológica.

Hylsamex invirtió 1 500 millones de dólares en el periodo analizado. En el cuadro 1 presentamos sus principales inversiones, el destino y objetivo de las mismas.

Para transformar y aumentar su capacidad de producción, se construyó en 1995 una nueva planta en la división aceros planos con tecnología de planchón delgado (CSP, por sus siglas en inglés) que inició con una capacidad de 750 mil toneladas al año y se incrementó a 1.5 millones de toneladas en 1999.

Se construyó una nueva planta de reducción directa para la División aceros planos; esta instalación representa la vanguardia de la tecnología de reducción directa de la cual Hylsamex es propietaria, con la cual se disminuye el costo de fabricación y la compra de chatarra importada, se logra la reducción del consumo de energía eléctrica y el tiempo de proceso en el horno eléctrico.

También se invirtió en instalaciones para fabricar aceros recubiertos que han incrementado su demanda en forma importante durante los últimos años. Esto le permitió incrementar el valor agregado en la mezcla de productos, ya que la lámina galvanizada se vende a precios tres veces superiores al precio del planchón y al doble de la laminada rolada en caliente.

La División de tecnología avanzó en la construcción de las plantas contratadas en desarrollos tecnológicos y en la concentración de alianzas estratégicas. Terminaron satisfactoriamente la planta de HRD en Monterrey, así como una planta de 1.1 millones de toneladas en Arabia Saudita. Después se inició la construcción de dos plantas, una en Rusia y otra en Venezuela.

Altos Hornos de México

Altos Hornos de México (AHMSA) fue vendida al Grupo Acerero del Norte (GAN) a finales de 1991, durante el proceso de privatización de las paraestatales;

Cuadro 2. Principales proyectos de inversión tecnológica en AHMSA

<i>Proyecto</i>	<i>Objetivo</i>
Modernización de la coquizadora núm. 2	Disminuir contaminación ambiental y reducir costos
Modernización de la peletizadora	Incrementar capacidad instalada, asegurar insumos
Modernización de Altos Hornos 3 y 4	Mantenimiento, reducir costos, incrementa capacidad instalada y automatización
Reemplazo de convertidores 1 y 2 del taller BOF núm. 2 de la siderúrgica 2	Incremento de la capacidad instalada y nuevos productos
Modernización de la colada continua 2 y se instala la colada continua 3	Incremento de la capacidad instalada, reducir costos y mejorar la calidad
Modernización extensiva del molino de laminación en caliente de la siderúrgica 1	Incremento de la capacidad instalada, reducir costos, mejorar la calidad
Laminación en frío, modificación de líneas de decapado en plantas 1 y 2 y se construye nueva planta para reciclar ácido clorhídrico	Bajar costos, disminuir contaminación
Automatización del molino Hitachi y modificación de otro para alcanzar 60"	Bajar costos, disminuir contaminación
Instalación de la línea de tenso nivelado	Capacidad instalada, mejorar calidad
Construyó una planta de cromado de rodillos y se modificó la línea de estañado electrolítico	Aumenta capacidad instalada
Instalación de línea de pintado	Nuevos productos con mayor valor agregado
Planta de oxígeno	Eliminar dependencia externa y reducir costos
Planta de tratamiento de aguas residuales	Disminuir contaminación ambiental
Acciones de mantenimiento	Que se había diferido

Fuente: Álvarez Medina, *Cambio tecnológico en la industria siderúrgica mexicana integrada*, tesis de doctorado, México, FCA-UNAM, 2000, p. 167.

a diferencia de los grupos económicos a los que pertenecen las otras siderúrgicas, el GAN es un grupo muy débil que se conformó en el momento en que se privatizaba la industria sin tener experiencia previa en el campo (López, 2001:119). Al inicio de su gestión, el GAN propuso una estrategia integral para AHMSA denominada “Plan de negocios” (1992-2000) y con base en éste se estableció el Programa de Modernización Tecnológica que inicialmente tenía un gran énfasis en bajar costos. A continuación describimos las acciones llevadas a cabo para cumplir con su plan de modernización indicando en cada caso el objetivo del proyecto (véase cuadro 2).

AHMSA invirtió 971 millones de dólares entre 1992 y 1999; dirigió 75% a modernizar los procesos de laminación que estaban sumamente atrasados y a adquirir nuevos procesos que agregan mayor valor al producto, como son los laminados recubiertos, ya sea galvanizados o pintados; el otro 25% lo dedicó a coquerías, altos hornos y aceración. Al declararse la suspensión de pagos y para hacer frente a sus obligaciones, la empresa vendió la línea de galvanizado y pintado a Industrias Monterrey, S.A., por lo que únicamente le quedaron activos viejos que se han automatizado para fabricar los mismos productos con mayor calidad y en menor tiempo.

ISPAT *Mexicana* (IMEXA)

IMEXA pertenece al grupo ISPAT Internacional, una empresa multinacional que opera globalmente. Sus antecedentes se remontan a la década de los cincuenta con su fundador y actual director Lakshim Mittal, quien en 1976 construyó y puso en operación una siderúrgica en Indonesia, ISPAT-INDO. Desde entonces el grupo ha adquirido siete siderúrgicas más en diferentes partes del mundo; todas ellas pertenecieron al Estado y operaban por debajo de su capacidad instalada al ser vendidas. El grupo tuvo dos motivos para establecerse en México: los recursos y la localización. IMEXA se ubica en Lázaro Cárdenas, Michoacán, y tiene acceso al puerto de mayor calado del país; la empresa se orienta a explotar los recursos naturales y la mano de obra calificada; su estrategia comercial se orienta a la exportación. Los procesos de integración regional como el TLC, la reducción en costos de transporte y las telecomunicaciones, favorecen esta

estrategia, ya que es un proceso de complementación productiva entre filiales. IMEXA se ha especializado en algunas etapas de la cadena del valor; de hecho, en la producción de semiterminados, que es la más contaminante, e involucra empleo intensivo en mano de obra que es barata. Una consecuencia obvia de este tipo de estrategia es que tiende a incrementar el volumen de comercio exterior generado por la inversión extranjera directa, ya que las filiales no sólo exportan buena parte de su producción, sino que habitualmente operan con un bajo grado de integración nacional. La clave de su éxito es que fabrica un producto semiterminado de bajo costo que tiene asegurada una parte importante de las ventas dentro del grupo.

A partir de la privatización, IMEXA desarrolló el Plan de Acción 1992-1995 que perseguía básicamente cuatro metas. En primer lugar, había que elevar la

Cuadro 3. Proyectos y objetivos de IMEXA

<i>Proyectos</i>	<i>Objetivos</i>
Planta peletizadora	Asegurar abasto de materias primas * (costo)
Módulo Midrex	Aumentar capacidad instalada (costo)
Banda transportadora	Costo
Modificación de la planta de colada continua	Aumentar capacidad instalada (Un producto nuevo, planchón más ancho)
Acerías	Ahorro de energía (costo)
Planta HYL III, absorción de gases y recolección de polvos	Reducir contaminación ambiental
Planta HYL III control y automatización	Flexibilidad, calidad y costos
Tráfico interno	Flexibilidad, calidad y costos

Fuente: Álvarez Medina, *Cambio tecnológico en la industria siderúrgica mexicana integrada*, tesis de doctorado, México, FCA-UNAM, 2000, p. 189.

producción de la planta hasta la capacidad nominal. Paralelamente se implantaron mejoras en los procesos productivos y se realizaron inversiones selectas para modificar los equipos y elevar la productividad global. Se mantuvo un estricto control de costos y se amplió la base de clientes de productos de primera calidad, ingresando con toda determinación al mercado de Estados Unidos (véase cuadro 3).

El programa de modernización de IMEXA le costó 300 millones de dólares y se destinó a incrementar su capacidad productiva a 4 millones de toneladas anuales, lograr autosuficiencia en el proceso previo a la aceración y a la automatización de algunos equipos. Estos cambios ayudaron a mejorar la calidad, el control y la flexibilidad de programación de la producción. El único cambio dirigido al producto fue el proyecto de modificación de la planta de colada continua para fabricar planchones más anchos, útiles en el uso de industria automotriz.

SICARTSA

SICARTSA pertenece al grupo Villacero; es un grupo de capital local que ha buscado convertirse en multinacional y actuar regionalmente; en esta década inició el envío de flujos de inversión extranjera directa a Estados Unidos y a Centroamérica buscando la entrada a nichos de mercado en estas regiones. El grupo ha seguido una trayectoria de acumulación de capacidades directivas tecnológicas y financieras al integrarse vertical y horizontalmente, además de diversificar esfuerzos hacia otros sectores, lo que le ha permitido defender la posición adquirida en los mercados nacionales y enfrentarse a las importaciones. El grupo se integró verticalmente hacia actividades ligadas a la misma industria usufructuando algunas ventajas emergentes de ciertas funciones corporativas como el acceso a la información, al crédito, etcétera.

SICARTSA comenzó en 1996 un programa de reconversión y en forma paralela se emprendió la expansión estratégica con las asociaciones, adquisiciones y apertura de oficinas en el extranjero para establecer sinergias y posicionarse en el mercado mundial (véase cuadro 4). A partir de 1966 se realizaron inversiones de 600 millones de dólares destinados a adquisición de equipo y tecnología, con lo que se buscó principalmente incrementar la capacidad instalada a 2.3 millones de

toneladas anuales, balancear la línea de producción y dar servicio de mantenimiento a equipos que lo necesitaban urgentemente.

SICARTSA realizó actividades de mantenimiento que le permitieron reducir costos y, como efecto secundario, aumentar capacidad instalada y mejorar la calidad de los productos. La empresa es un seguidor tecnológico y en sus planes no se considera invertir en investigación y desarrollo. Sin embargo, con el objetivo de disminuir costos ha desarrollado un programa de aprovechamiento de escoria, con lo que produce ladrillos para alimentar el nuevo horno oxícúpula. En la segunda etapa de inversión sus proyectos se dirigen a realizar mantenimiento olvidado; a mejoras al proceso, principalmente la automatización de equipos que le permitan reducir costos; flexibilizar un poco la producción, y mejorar la

Cuadro 4. Proyectos de inversión y objetivos de SICARTSA

<i>Proyectos</i>	<i>Objetivos</i>
Inyección de finos de carbón al alto horno	Ahorrar energía y bajar costos
Planta de oxígeno y nitrógeno	Asegurar materia prima y bajar costos
Bandas para transportar mineral	Ahorrar tiempo y costo
Modernización del molino de barras	Control automatizado (costos y calidad)
Molino de alambrón	Control automatizado (costos, calidad y flexibilidad)
Reparación del alto horno Eréndira	Mantenimiento que como efecto secundario incrementó la capacidad instalada Automatización (costos, calidad y flexibilidad)
Automatización de la planta de colada continua	Control automatizado (costos, calidad y flexibilidad)
Horno oxícúpula	Aumentar la capacidad instalada, reduce costos, balancea la línea de producción y da una gran flexibilidad a la misma

Fuente: Álvarez Medina, *Cambio tecnológico en la industria siderúrgica mexicana integrada*, tesis de doctorado, México, FCA-UNAM, 2000, p. 204.

calidad de los productos. Sin embargo, adquirió un nuevo alto horno con una tecnología diferente que le permite alimentarlo de chatarra y obtener acero líquido.

Desempeño innovador

Para conocer el desempeño innovador de las cuatro siderúrgicas se aplicó un cuestionario, entrevistas a profundidad, se visitaron las plantas y se revisaron revistas e informes anuales de las empresas. El desempeño innovador (véase cuadro 5) se evaluó de acuerdo con la metodología del índice índico (Corona, 1997:7).²

Cuadro 5. Desempeño innovador de las principales empresas siderúrgicas integradas

<i>Concepto</i>	<i>IMEXA</i>	<i>AHMSA</i>	<i>Hylsamex</i>	<i>SICARTSA</i>
Índice de innovación	3.5	4.0	8.0	4.0

Evaluación máxima 10 puntos.

Fuente: elaboración propia con base en la metodología de Corona (1999) y entrevistas realizadas a los directivos de las cuatro siderúrgicas.³

² Respecto a la medición del desempeño innovador, Corona señala: “Con el fin de establecer un indicador del nivel de innovación de las empresas se consideraron, desde el mercado hacia la empresa, tres aspectos: los resultados, el esfuerzo y la capacidad. Los resultados son las innovaciones de las empresas con sus mercados, local, nacional, e internacional y sus grados de penetración. Las innovaciones y su difusión se basan en el dominio tecnológico de la empresa, el cual se puede observar, primero, en el esfuerzo o flujos tecnológicos, o recursos asignados a las actividades de investigación y desarrollo con sus estrategias para la innovación; y, segundo, en su capacidad o acervos tecnológicos, que incluyen la infraestructura y el personal con su calificación para las actividades relacionadas con la innovación. Los resultados y el dominio se ponderan por igual para generar el Índice Índico, el cual permite calificar a la empresa como innovadora en una escala de 10 puntos” (Corona, 1997:7). Para mayor información al respecto, véase el anexo 2 en Álvarez, 2000.

³ Se realizaron estudios de caso de cada una de las cuatro siderúrgicas integradas y se aplicaron diferentes cuestionarios a los directores de tecnología de cada empresa.

Hylsamex es la siderúrgica evaluada con la mayor puntuación respecto al desempeño innovador. Actualmente invierten aproximadamente ocho millones de dólares en actividades de investigación y desarrollo, que se reflejan en la generación de innovaciones tecnológicas, como podemos ver en más de 700 patentes registradas en aproximadamente 50 países. Los directivos de AHMSA, SICARTSA e IMEXA señalaron innovaciones incrementales que no se formalizan a través de patentes y van dirigidas a mejoras en el proceso con el objeto de elevar la calidad y reducir costos, por lo que su evaluación es inferior.

En AHMSA algunos funcionarios señalaron la existencia de innovaciones que se han realizado en los talleres de la empresa, todas ellas de proceso, por ejemplo, el proceso de recocido, que le valió el premio de círculos de calidad que se otorga cada año y le permitió ahorrar 4 millones de dólares. Los funcionarios de SICARTSA reportaron entre sus innovaciones más importantes la construcción de un carro termo para transportar arrabio, fabricado dentro de la empresa con un valor de un millón de dólares. Mencionaron también un proyecto para fabricar ladrillos de escoria, que deberán servir como insumos para el nuevo horno eléctrico, lo que les permitirá reciclar acero, evitar contaminación y bajar costos. En IMEXA señalaron como una de sus principales innovaciones el método desarrollado para fabricar acero utilizando 100% mineral de hierro en el horno de reducción directa (HRD). Indican que son los únicos en el grupo ISPAT y en México que fabrican acero sin usar chatarra y que esto les da una ventaja competitiva, ya que el acero que obtienen es de alta pureza. En general sus innovaciones son producto de su búsqueda continua para reducir costos, principalmente en energéticos.

Estrategia general y estrategia tecnológica

A continuación se presenta una matriz de estrategias que se realizó con base en los resultados de la encuesta y en el estudio detallado que se hizo de cada siderúrgica. En el cuadro 6 se identifica un conjunto de posiciones estratégicas derivadas de la interacción de cuatro estrategias genéricas (énfasis en precio, valor, nicho de mercado e imagen) con cuatro estrategias tecnológicas (líder, seguidor, explotador de tecnología y conservador de tecnología obsoleta).

La competencia en precios a través de la minimización de costos de producción parece ser la estrategia obligada de las siderúrgicas. Esto se debe a que los atributos de los productos son equivalentes o muy parecidos a aquellos con los que compiten, de manera que las empresas con los menores costos podrán ser más competitivas al participar con precios inferiores que dejen un margen promedio a la empresa, o con precios promedio que den un margen superior. Aquellos competidores que no pueden reducir sus costos y quedan en la parte alta de la curva de costos tienden a salir de la industria a menos que tengan un nicho de mercado.

Para lograr la estrategia de mínimo costo, Hylsamex buscó utilizar las tecnologías más avanzadas en todas las etapas del proceso de fabricación de productos planos. Se clasifica como líder tecnológico en la producción de hierro de reducción directa mientras que es un seguidor tecnológico con una actividad excepcional en cada una de las otras tres partes: aceración, colada continua y laminación, debido a que es codesarrollador de tecnología en estas otras fases del proceso.

Su estrategia consistió en disminuir costos y aumentar la calidad de los productos buscando la fabricación de productos diferenciados que le permitieran aumentar el precio al proveer de un valor único y superior al cliente en términos de calidad o características especializadas.

AHMSA había sido desde sus inicios un seguidor tecnológico y en sus planes no estaba invertir en investigación y desarrollo. Su decisión sobre las inversiones se dirige a realizar mantenimiento olvidado y a mejoras incrementales al proceso, principalmente la automatización de viejos equipos que le permitan reducir costos, flexibilizar un poco la producción y mejorar la calidad de los productos.

IMEXA es la siderúrgica que mejor ha logrado su estrategia de bajo costo; de hecho, el grupo ISPAT es reconocido mundialmente por su liderazgo en costos y por ser la primera multinacional siderúrgica que opera globalmente. Es seguidora y explotadora de tecnología estandarizada y ha desarrollado una estrategia proactiva para satisfacer al cliente, ya que su producción se programa con base en los pedidos. Considera que actualmente tiene un nicho de mercado que se mantendrá mientras las reglas ambientales sean más laxas en los países en desarrollo que en los países desarrollados.

Cuadro 6. Estrategia tecnológica de las siderúrgicas

<div> <div>Estrategia de negocio</div> <div>Estrategia tecnológica</div> </div>	<div> <div>Buscar liderazgo en precio =</div> <div>Minimización de costos, estrategia compulsiva para lograr utilidades y sobrevivir</div> </div>	<div> <div>Buscar liderazgo en calidad =</div> <div>Maximización de valor, estrategia pro-activa para satisfacer al cliente</div> </div>	<div> <div>Buscar nicho de mercado =</div> <div>Especialización distintiva, estrategia reactiva para superioridad en la segmentación</div> </div>	<div> <div>Liderazgo ambiental =</div> <div>Conservación del ambiente, estrategia pro-activa para creación de imagen</div> </div>
<div> <div>Liderazgo en tecnología</div> <div>Producción de estado del arte de la tecnología</div> </div>	Hylsamex	Hylsamex	Hylsamex	Valor de mercado muy alto
<div> <div>Seguidor tecnológico</div> <div>Adaptación de tecnologías avanzadas</div> </div>	<div> <div>IMEXA</div> <div>AHMSA</div> <div>SICARTSA</div> <div>Hylsamex</div> </div>	<div> <div>IMEXA</div> <div>AHMSA</div> <div>SICARTSA</div> </div>	<div> <div>Valor de mercado alto</div> <div>IMEXA</div> </div>	
<div> <div>Explotador de tecnología</div> <div>Utilización de tecnología estandarizada</div> </div>	<div> <div>IMEXA</div> <div>AHMSA</div> <div>SICARTSA</div> <div>Hylsamex</div> </div>	<div> <div>Valor de mercado medio</div> </div>		
<div> <div>Tecnologías obsoletas</div> <div>Conservación de tecnología obsoleta</div> </div>	<div> <div>Valor de mercado muy bajo</div> </div>			

Fuente: Álvarez Medina, *Cambio tecnológico en la industria siderúrgica mexicana integrada*, tesis de doctorado, México, FCA-UNAM, 2000, p. 219.

SICARTSA ha buscado mantener costos mínimos que le permitan mantenerse en el mercado; es un seguidor y explotador de tecnología; su estrategia tecnológica le ha llevado a formar un híbrido con su ruta tecnológica que le permite balancear la línea de producción y adquirir cierta flexibilidad. Sus proyectos de inversión buscan bajar costos de operación. La estrategia general de SICARTSA está dirigida hacia la integración vertical y a la diversificación de productos, por lo que se espera que siga creando empresas a lo largo de la cadena productiva.

Los productos y su participación en la producción

En la primera gran clasificación de los productos del acero se tienen las siguientes cinco categorías, que se presentan de menor a mayor valor agregado:

- Los productos semiterminados, que son productos con bajo valor agregado e incluyen el planchón, la palanquilla y la barra.
- Los productos laminados largos, como son la varilla y el alambcón que se venden principalmente en la industria de la construcción o reprocesadoras para fabricar alambre, entre otros.
- Los productos laminados planos, como son los rollos de lámina de diferentes especificaciones que después pueden recubrirse con zinc o pintarse.
- Los tubos sin costura.
- Las piezas de vaciado especial y forja.

A continuación explicamos el comportamiento de la producción nacional en la última década basándonos en esta clasificación (véase cuadro 7).

Como se puede observar, los productos semiterminados son los que han tenido mayor crecimiento en nuestro país, ya que en 1992 representaban 12.3% del total de toneladas de producción; en 2001 representan 17.3%. Los productos largos han venido disminuyendo su participación en el total de la producción, pasando de 47.06 a 40.10 % aun cuando su producción aumenta en 58.4%. Los productos planos han disminuido ligeramente su participación en el total de la producción, pasando de 35 a 33 % del total producido. Lo ideal sería que

Cuadro 7. Producción por tipo de producto. Miles de toneladas

<i>Tipos de productos</i>	<i>%</i>	<i>2001</i>	<i>%</i>	<i>1992</i>
Semiterminados	17.31	2 333	12.30	8 92
Largos = varilla, alambrón	40.10	5 404	47.06	3 411
Planos = rollo de lámina, etc.	37.34	5 032	35.82	2 596
Tubos sin costura	4.9	669	3.9	288
Piezas	.2	35	.8	60
Total	100.00	13 473	100.00	7 247

Datos: CANACERO, *Diez años de estadística siderúrgica 1992-2001*, México, 2002.

aumentaran los productos con mayor valor agregado como son los planos, pero éstos disminuyen ligeramente, mientras que los semiterminados —que como sabemos son poco convenientes para un país, ya que tienen poco valor agregado, sus precios por tonelada son inferiores a los de los productos largos y planos, la contaminación del proceso productivo es alta y la creación de empleos es baja— han aumentado su producción. Cabe señalar que la inversión de Hylsamex se ve reflejada en el incremento de planos, pero el resto de la inversión se dirige a bajar costos y mejorar la calidad de los mismos productos.

La industria siderúrgica mexicana y su comportamiento en el mercado de Estados Unidos

Entre 1990 y 2002 los productos siderúrgicos mexicanos han aumentado su peso relativo en las importaciones de EU pasando de 2.91 a 9.58%. Si bien es cierto que en los últimos años se han diversificado las exportaciones, el comercio entre EU y México, en el grupo 72 (hierro y acero) se ha incrementado en 376%, pasando de 231 741 millones de dólares en 1992 a 1 billón 104 mil 285 millones de dólares en 2002.⁴ Sin embargo, la industria siderúrgica está incre-

⁴ Módulo para Analizar el Crecimiento del Comercio Internacional (MAGIC), desarrollado por CEPAL, abril de 2003.

mentando su participación en un mercado que pierde dinamismo (esto se puede ver en la cuarta columna): la estructura de importaciones siderúrgicas de EU pierde dinamismo pasando de 1.6 a .99% (Álvarez, 2002:213).

El valor sobre el total de las exportaciones siderúrgicas de México a Estados Unidos se conoce como *estructura de exportación de México*. La *estructura de exportación* deja ver que el peso de los productos siderúrgicos en el total de las exportaciones ha disminuido al pasar de .66 a .82% entre 1992 y 2002, a pesar de que la participación de México en el mercado de EU aumenta, al pasar de 2.91 a 9.58% en el mismo periodo. Esto también deja ver que nuestras exportaciones a Estados Unidos en otros rubros se han incrementado más rápidamente que las del sector siderúrgico (véase cuadro 8).

Cuadro 8. Desempeño exportador de la siderurgia mexicana en EU (1992-2002)

Año	Participación en importaciones siderúrgicas de EU	Estructura de exportación de México (%)	Estructura de importaciones siderúrgicas de EU
	Grupo 72		
1992	2.91	.66	1.50
1993	3.92	.84	1.47
1994	4.69	1.17	1.86
1995	6.91	1.38	1.65
1996	7.55	1.36	1.66
1997	8.3	1.32	1.57
1998	6.49	1.11	1.78
1999	8.02	.94	1.26
2000	7.28	.79	1.21
2001	7.64	.61	.92
2002	9.58	.82	.99

Calificación al grupo de productos = crece en un mercado que pierde dinamismo.

Fuente: elaboración propia con banco de datos MAGIC, "Sistema para analizar el crecimiento del comercio internacional", México, CEPAL, abril de 2003.

Principales productos que México exporta a Estados Unidos

Debido a que el comportamiento de los países no es aplicable para todos los productos, y con el objeto de conocer a nuestros principales competidores, se realiza un análisis para identificar a los principales productos siderúrgicos que México vende en Estados Unidos. México exporta más de 500 clases de

**Cuadro 9. Principales productos que México exporta a EU
Evaluación del producto 1992 y 2002**

<i>Código sistema arancelario</i>	<i>Lugar</i>	<i>Evaluación (1992-2002)</i>	<i>Descripción</i>
7207120050	1o.	1er. lugar. “Estrella creciente”, 33.1% de participación	Productos <i>semiterminados</i> de hierro y acero sin alear, .25% carbón, rectangular, ancho cuatro veces el grueso
7210490090	2o.	2do. lugar. “Estrella menguante”, 5.9%	Productos <i>laminados planos</i> de hierro o acero sin alear de anchura superior o igual a 60 cm, revestidos de zinc no electrolítico, sin corrugar, de baja resistencia
7210706060	3o.	3er. lugar. “Estrella menguante”, 4.7% de participación	Productos <i>laminados planos</i> de hierro o acero, sin alear
7209160090	4o.	4to. lugar. “Estrella creciente”, 4.6%	Productos <i>laminados sin alear</i> de 60 cm o más recubiertos de más de 1mm, pero menos de 3mm
7214200000	5o.	5to. lugar. “Estrella creciente”	Barras y varillas de acero sin alear

Fuente: elaboración propia, base de datos Magic de CEPAL, abril de 2003.

productos dentro del grupo 72, hierro y acero. De éstos se analizan los cinco más importantes que contribuyeron en 2002 con 43% del total de las exportaciones siderúrgicas de México a Estados Unidos (véase cuadro 9).

Como podemos observar en el cuadro 9, los productos semiterminados de hierro y acero sin alear son los más importantes, ya que además de ser los que mayor peso tienen en las exportaciones, 33.1%, están evaluados como “estrellas crecientes” o productos que crecen en un mercado dinámico. En segundo lugar, encontramos láminas recubiertas de zinc, 60 centímetros, que participan con 5.9% de la producción, pero incrementan su participación en un mercado que pierde dinamismo. Los productos laminados planos de hierro o acero sin alear se encuentran en tercer lugar y participan con 4.7% del total de exportaciones siderúrgicas a Estados Unidos; éste también es un producto que aumenta sus ventas en un mercado que pierde dinamismo. En cuarto y quinto lugar encontramos productos evaluados como “estrellas crecientes”: laminados planos sin alear de 60 cm y barras y varillas de acero sin alear.

De este grupo los únicos productos con mayor valor agregado son los laminados planos de ancho igual o mayor a 60 cm y recubiertos de zinc. Sin embargo, su participación es muy pequeña (5.9%) en comparación con el primer lugar; además, crece en un mercado que pierde dinamismo.

Conclusiones

La competitividad de la industria siderúrgica mexicana no ha dependido únicamente de estrategias ligadas a la innovación tecnológica sino que hay una serie de factores diferentes que están afectando el desempeño de la industria y su competitividad. A continuación señalamos tres puntos: la siderúrgica integrada en México incrementó su participación en los mercados internacionales, pero es evaluada como un producto que gana espacio en un mercado que pierde dinamismo. En realidad la actuación está dependiendo de la situación global de la industria y del mercado de Estados Unidos, y menos de los esfuerzos tecnológicos de las empresas en México.

Al analizar la mezcla de productos se puede ver que en el total de la producción no mejoró la participación de los que tienen mayor valor agregado; al contrario, son los semiterminados los que crecen más rápidamente.

Si lo relacionamos con la inversión en tecnología podemos ver que la mayor parte de ésta se dirigió a mejorar procesos para disminuir costos, tiempos de fabricación y calidad; poca es la inversión que se dirige a la fabricación de nuevos productos con mayor valor agregado.

En la siderurgia se han tomado decisiones que destruyen valor mientras intentan mantener competitivas a las empresas participantes. El valor que destruye es evidente cuando no se puede cubrir el costo del capital invertido.

Bibliografía

- Álvarez Medina, Ma. de Lourdes (2000) *Cambio tecnológico en la industria siderúrgica mexicana integrada (1992-1999)*, México, Tesis doctoral, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM.
- (2002), “Competitividad, comercio exterior y tecnología de la industria siderúrgica integrada en México”, en Nadima Simón e Isabel Rueda (coords.), *Globalización y competitividad: la industria Siderúrgica en México*, México, Miguel Ángel Porrúa.
- (2001), “Procesos productivos y cambio técnico en Altos Hornos de México (1992-1999)”, en Isabel Rueda y Nadima Simón (coords.), *De la privatización a la crisis: el caso de Altos Hornos de México*, México, Miguel Ángel Porrúa.
- Balassa, Bela (1965), *Trade Liberalization and Revealed Comparative Advantage*, The Manchester School of Economy and Social Studies.
- CANACERO (2002), *Diez años de estadística siderúrgica 1992-2001*, México.
- CEPAL (1999), *Sistema para analizar el crecimiento del comercio internacional (MAGIC)*, México, julio.
- Corona, Leonel, (1997), *Cien empresas innovadoras en México*, México, Miguel Ángel Porrúa.

- Chudnovsky, Daniel (1999), “Inversión extranjera directa y empresas multinacionales de países en desarrollo: tendencias y marco conceptual”, en *Las multinacionales latinoamericanas*, Argentina, Fondo de Cultura Económica.
- Nawaz, Sharif (1994), “Integrating business and technology strategies in developing countries”, *Technological Forecasting and Social Change*.
- Rueda Peiro, Isabel (2001), “La evolución de la industria siderúrgica en el mudo en los años noventa”, en Isabel Rueda y Nadima Simon (coords.), *De la privatización a la crisis: el caso de Altos Hornos de México*, México, IIEC-FCA, UNAM, Porrúa.
- Sharkey, Andrew (1997), “Perspectivas para el NAFTA y la integración de las Américas”, ponencia presentada en el congreso de Instituto Latinoamericano del hierro y el acero.
- Schmiedeberg, Michael (2002), “Steel in the 21st century: a vision for value creation”, ponencia presentada en el Foro de ILAFA.
- Simón, Nadima (2002), “Consideraciones sobre la competitividad de la industria siderúrgica en México”, en Nadima Simón e Isabel Rueda (coords.), *Globalización y Competitividad: la Industria Siderúrgica en México*, México, Porrúa.

Sistema sectorial de innovación: el caso de la industria metalmecánica proveedora de Pemex

*José Luis Solleiro y Katya Luna López**

Introducción

El objetivo del presente estudio es describir cómo se integran y relacionan los agentes del sistema de innovación de la industria metalmecánica que provee a Pemex de reactores, tanques y calderas utilizados en el proceso de refinación de petróleo. El estudio reconoce la taxonomía de sectores tecnológicos propuesta por Pavitt (1984), aplicada a la industria mexicana por Dutrenit y Capdevielle (1993), en la cual se distinguen cuatro tipos de industrias, diferenciados por sus características productivas, competitivas y de ritmos de innovación. Las más dinámicas son las industrias basadas en avances científicos¹ y los oferentes especializados —comprende las actividades productoras de maquinaria y equipo, e instrumentos de medición y control—, pues se considera que son los promotores del dinamismo de innovación tecnológica del

* Investigador titular del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM e investigadora de CamBioTec, A.C., katiuna.22@yahoo.com, respectivamente.

¹ Se refiere a las actividades productoras de bienes con alto dinamismo tecnológico, como la industria aeroespacial, atómica, electrónica, química fina, telecomunicaciones e informática.

sistema.² Por el contrario, la industria de la refinación del petróleo está clasificada, según estos autores, como intensiva en escala, lo que significa que tiene un menor dinamismo innovador, puesto que suele tener dependencia de los productores de los equipos para realizar cambios en sus procesos productivos y eficientar su producción. En el caso de la industria metalmecánica, se cataloga como oferente especializado.

Para la realización de esta investigación se aplicó un cuestionario a 30 empresas productoras de reactores, tanques y calderas que han sido proveedores de dichos equipos a Pemex-Refinación. De la muestra, cinco son empresas medianas, 13 empresas pequeñas y 12 son microempresas, según la clasificación de INEGI.³ El cuestionario indaga sobre los principales aspectos relacionados con la estrategia tecnológica de las empresas, como son: nivel de formalización de la estrategia; medidas para la formación de capacidades tecnológicas; actividades de investigación y desarrollo; transferencia y asimilación de tecnologías; capacitación al personal; documentación de tecnologías; vinculación con universidades, centros de investigación y otras empresas; relaciones tecnológicas con clientes; y uso de apoyos gubernamentales para desarrollo tecnológico.

Perfil de las empresas

Una característica de las empresas medianas encuestadas es su dedicación a mercados de exportación, con 60-80% de las ventas hacia Norteamérica y Latinoamérica. En cambio, las empresas pequeñas realizan sus ventas básicamente en el país, aunque algunas muestran buena dinámica exportadora hacia países de Norteamérica y Centroamérica (la cual llega a ser en algunos casos hasta de 50%). El radio de ventas de las empresas micro es regional, presentando menor actividad exportadora orientada básicamente a América Latina. Respecto a la importación de insumos para la fabricación de productos, ésta es muy elevada

² Las otras dos categorías son dominados por el proveedor e intensivo en escala. Véase Unger (2001).

³ Microempresa ocupa hasta 30 trabajadores; pequeña de 31 hasta 100; mediana de 100 a 500 trabajadores y mayor a 500 se cataloga como empresa grande.

en las empresas medianas, en donde llega a ser en algunos casos de 80%, contrario a las micro y pequeñas que oscila entre 5 y 20 por ciento.

Capacidades tecnológicas

Respecto a la adquisición del conocimiento tecnológico inicial para la fabricación de sus productos, las empresas medianas informan que recurrieron a la adquisición de licencias. En cambio, en las pequeñas y micro, la experiencia de un trabajo anterior fue determinante para iniciar el negocio en esa rama industrial. En cuanto al conocimiento sobre administración, en las empresas medianas prevalece la capacitación del tecnólogo (cuando existe) o por parte de certificadoras, mientras que en las micro y pequeñas el autoaprendizaje y la experiencia es la forma común de dirección de la empresa. Cuando se les preguntó si poseían una estrategia tecnológica, las empresas medianas que tienen un socio tecnológico indicaron que su estrategia es dependiente del tecnólogo, pues de él adquieren las licencias que determinan su tecnología, además de que éste les indica en cuáles mercados vender y en cuáles no. En general aquellos que no cuentan con un socio tecnológico (usualmente micro y pequeñas), tienen una estrategia informal, dictada por las necesidades de los clientes.

En cuanto a que los empresarios tengan claridad de cuáles son sus tecnologías estratégicas, las empresas medianas reportan conocerlas y analizarlas sistemáticamente de cara a mejorar sus procesos y productos. Contrario a esto, en las micro y pequeñas, dichas tecnologías se tienen medianamente identificadas, pero sólo pocas pequeñas las analizan mediante procedimientos formales. La forma de incorporar tecnología estratégica en general es a través del desarrollo propio de productos y procesos; sin embargo, aquellos que cuentan con una alianza estratégica recurren al licenciamiento, que les permite transferir la tecnología que requieren. La copia y adaptación de la tecnología, así como la compra de equipo son, para las pequeñas y microempresas, las siguientes opciones de adquisición de tecnología. Como una forma de asimilar la tecnología, las empresas medianas realizan casi siempre cursos de capacitación para aprender el uso de la tecnología que adquieren de forma externa, en tanto que en las micro y pequeñas la capacitación es menos frecuente.

Las empresas pertenecientes a esta rama industrial, según los resultados de la encuesta, tienen la aptitud de hacer modificaciones a la tecnología que adquieren, que redunden en innovaciones de proceso o producto. El mecanismo que utilizan para incorporar la experiencia del personal a los procesos y productos es vía la realización de reuniones técnicas de análisis (aunque en las empresas micro las decisiones para hacer mejoras a la tecnología se dan de manera informal). La documentación de experiencias, que es un elemento clave para la socialización del conocimiento y su posible traducción en innovaciones, sólo se da en las empresas medianas, generalmente a petición del socio tecnológico.

Sobre la aptitud que tienen las empresas para dar capacitación a terceros, que evidencia la asimilación del conocimiento tecnológico de las tecnologías que emplean, las empresas medianas indican tener la capacidad para enseñar en todas las tecnologías que utilizan, mientras que las pequeñas manifiestan poder entrenar solamente en el uso de aquellas tecnologías en las cuales tienen fortalezas, y las empresas micro sólo podrían brindar capacitación en algunas tecnologías específicas.

Cuando tienen problemas tecnológicos, las empresas de la rama recurren en primera instancia al personal de la empresa. En el caso de empresas que cuentan con un tecnólogo que las provee de la tecnología, recurren a él si los empleados internos no solucionan los problemas. En cambio, las empresas micro y pequeñas, ante la falta de solución interna, recurren a los proveedores de la tecnología (sobre todo en caso de maquinaria y equipo) y a la contratación de expertos.

En los últimos cinco años todas las empresas encuestadas realizaron innovaciones. En el caso de las que cuentan con un tecnólogo, la investigación y desarrollo fue realizada en la matriz (ubicada en el extranjero). Las PYMES encuestadas manifiestan tener dentro de la estructura organizativa un área dedicada a la innovación, mientras que las micros no cuentan con algo similar y las innovaciones dependen de la actividad de los propietarios. El gasto en investigación y desarrollo es realizado con recursos propios (véase cuadro 1).

Las principales formas de innovación en las empresas medianas es mediante la compra de licencias, la compra de maquinaria y, en tercera instancia, el desarrollo propio de productos y/o procesos. Mientras tanto, en las micro y pequeñas, la forma empleada es el desarrollo interno y la compra de maquinaria. Sin embargo,

Cuadro 1. Gasto y personal dedicado a I+D por tamaño de empresa

<i>Tamaño empresa</i>	<i>GI+D/ventas</i>	<i>Técnicos</i>	<i>Ingenieros</i>	<i>Posgraduados</i>
Mediana	3-5%	2	4	1
Pequeña	2-3%	1	4	0.5
Micro	1-2%	2	1	

Fuente: elaboración propia, con base en la encuesta aplicada a 30 empresas del ramo.

las empresas pequeñas reportan como tercera forma de innovación la cooperación con otras empresas, proveedores, expertos o centros de investigación.

La causa de adquirir y/o contratar I+D externa (resalta en caso de las empresas mexicanas que se asocian con un tecnólogo que las provee de la tecnología) es, según las empresas encuestadas, enfrentar la complejidad de la tecnología por obtener. Los tipos de innovación que realizan las empresas en esta rama industrial son, en primer lugar, innovación de productos, seguido de la innovación de procesos e innovación comercial.⁴ La innovación de producto se relaciona principalmente con las características y especificaciones que demanda un cliente.

La razón para innovar que reportan las empresas medianas es para reaccionar a la competencia y para satisfacer las necesidades del cliente; esta última motivación se presenta en los tres tamaños de empresa, en tanto que las medianas también incluyeron a la normatividad legal como motivación.⁵ Los objetivos que buscan las empresas encuestadas al innovar son la creación y/o mejora de productos, el aumento en la calidad, la ampliación de sus cuotas de mercado

⁴ Entendida como nuevas formas de comercialización o búsqueda de nuevos mercados.

⁵ De acuerdo con INEGI, la investigación y desarrollo que se efectuaron a partir de 1989 en estas ramas industriales se enfocaron en el diseño de nuevos productos 53%, mejoras de procesos 28%, mejoras a la calidad de los productos en 14% de los casos y a mejora de maquinaria y equipo 5%. Estas empresas optaron por la realización de sus actividades de investigación y desarrollo en el mismo establecimiento en 62% de los casos, en otro establecimiento de la misma empresa en 25%, en el extranjero o empresas extranjeras 11%, en empresas consultoras 1%, el 2% en otros sitios y en ningún caso en universidades o centros tecnológicos públicos o privados (INEGI, 1992).

y, en el caso de las micro, la reducción del costo de la mano de obra. Los criterios que emplean para decidir en qué innovar son, en las empresas medianas, la incidencia en la posición competitiva de la empresa y la rentabilidad que se estime puedan obtener con el desarrollo tecnológico. Este último criterio es el más empleado en las empresas pequeñas, seguido de si el desarrollo es una demanda de sus clientes y si se trata de una iniciativa de la dirección de la empresa, criterio que es el más utilizado en las micro para decidir qué innovar, secundado por el grado de conocimiento de la innovación (dificultad técnica y capacidad para llevarla a cabo).

La actitud que mantiene respecto a la innovación y la competencia es en las empresas medianas la de ser adaptativos, es decir, las firmas de este tamaño adecuan sus productos o procesos según las condiciones que dicta el cliente para cada caso. En el caso de existir alguna alianza con un socio tecnológico se reconoce la actitud de seguidor respecto del tecnólogo y, en el caso de las micro y pequeñas, de ser imitadores de los líderes de mercado.

La forma por la cual generan ventajas en los procesos de producción es en general mediante el perfeccionamiento continuo de los procesos existentes. El motivo por el que se generan características distintivas en los productos son las demandas específicas de los clientes, al cual tiene que adaptar la tecnología con que cuentan para satisfacer sus necesidades. Sin embargo, aquellas empresas que cuentan con un tecnólogo se ven favorecidas por las características particulares de los diseños que les transfiere la empresa matriz. En cambio, en las empresas micro suelen definirse especificidades en colaboración con proveedores.

Cuando se plantean nuevos diseños de productos, éstos son frecuentemente discutidos con el personal de producción para recibir retroalimentación, al igual que del personal de ventas, que tiene mayor contacto con el cliente y puede conocer más a fondo los requerimientos. En las empresas medianas se utilizan siempre sistemas de cómputo para el diseño y desarrollo tecnológico; en las pequeñas se usa casi siempre, en tanto que en las micro se hace apenas de manera frecuente.

Respecto a los nuevos desarrollos realizados por la propia empresa, el hábito de documentarlos se da sólo en las más importantes. En las empresas filiales usualmente se tienen contratos firmados con el tecnólogo —denominados de retrocesión— en el cual se obligan a documentar toda nueva forma de operar o

posibilidad de hacer mejor las cosas y transferirlos al tecnólogo para que realice la I+D correspondiente. Cuando se trata de microempresas, también encontramos que no mantienen registro documental alguno, debido a que no dan importancia a tener bases de datos. Las empresas pequeñas en general cuentan con bases de datos propias con información relevante.

Sobre la protección legal de los desarrollos tecnológicos, en general las empresas manifestaron no tener una política al respecto. Recurren en algunas ocasiones a la firma de acuerdos de secrecía, pero en general apelan a la ética profesional de la contraparte. En pocos casos recurren a solicitar patentes de los desarrollos tecnológicos. En el caso de las empresas que cuentan con un tecnólogo, afirman ceder los derechos de las probables mejoras que hubiese a la tecnología que éste les licencia,⁶ por lo cual utilizan las patentes y marca del tecnólogo, además de firmar convenios de confidencialidad para evitar que los nacionales divulguen información tecnológica relevante. En México, el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial reporta, a través de Banapanet,⁷ la siguiente información sobre patentes otorgadas en equipos de refinación de petróleo (cuadro 2).

Las principales fuentes de información tecnológica son —en este orden— las publicaciones en revistas especializadas, las normas técnicas, las bases de las licitaciones, la asistencia a ferias y la pertenencia a asociaciones. Entre las normas que debe cumplir este sector destacan las dictadas por ASME,⁸ las más seguidas por las empresas de este ramo.⁹ Sin embargo, para vender sus productos en Pemex-Refinación deben cumplir con las normas que establece Pemex (véase cuadro 2).¹⁰

En general, las empresas comparten información técnica con sus proveedores respecto a especificaciones de materiales, que es un primer paso para consolidar

⁶ En los contratos de transferencia tecnológica incluyen una cláusula de retrocesión de información tecnológica relevante.

⁷ Banco Nacional de Patentes del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

⁸ American Society of Mechanical Engineers.

⁹ Boiler Pressure Vessel 1998, Boiler Pressure Vessel 2001, Books of Interest: Boiler/Pressure Vessel Code, Steel Stacks y Storage Tanks.

¹⁰ En el apartado 7 se encuentran algunas de las normas de Pemex aplicables a tanques y calderas.

Cuadro 2. Patentes en equipos por titular (año)

<i>Titular de la patente</i>	<i>Tipo de equipo</i>		
	<i>Reactor</i>	<i>Caldera</i>	<i>Tanques</i>
The Babcock & Wilcox Co.	3	11	2
Instituto Mexicano del Petróleo	2		
Texaco Development Corp.	1		
Phillips Petroleum Co.	1		
Mobil Oil Corporation		1	
Babcock Powered Limited		1	
Snamprogetti S.P.A.	1		
Manufacturing and Technology Conversion International	1		
Combustion Engineering Inc.		2	
Columbian Chemicals Co.	2		
Kvaerner Engineering A.S.	1		
Batelle Memorial Institute	1		
Honeywell Inc.		1	
Johnson Matthey Public Limited	1		
World Energy Resources Consultant Service		1	

Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

una relación proveedor-usuario que les permita intercambiar información tecnológica de cara a consolidar la innovación (véase cuadro 3).

El equipo que poseen en planta es, en general, una mezcla de nuevo con antiguo, aunque en las empresas tanto medianas como pequeñas se realiza un reacondicionamiento del equipo de forma continua, en tanto que, en las micro, el último reacondicionamiento ocurrió hace cinco o 10 años. El origen de la tecnología de equipo es básicamente extranjero; sin embargo, en las micro y pequeñas es frecuente que en la propia empresa se fabrique maquinaria de autoconsumo.

Respecto al origen de la tecnología de producto en las empresas medianas que licencian tecnología de un socio, ésta es extranjera, contrariamente a las del mismo tamaño que no lo tienen; el diseño de sus productos es propio, tendencia

Cuadro 3. Tecnologías de información con que cuentan

	<i>Mediana (%)</i>	<i>Pequeña (%)</i>	<i>Micro (%)</i>
Acceso a internet	100	100	100
Página web	100	75	40
Internet en actividades comerciales	100	80	70
Internet en actividades de formación	0	8	10

que se observa como favorita en las empresas micro y pequeñas, seguida de la opción de que el origen sea nacional, derivado de las normas mexicanas.¹¹ El origen de la tecnología de proceso es, en general, de desarrollo propio, seguido por imitaciones de la competencia nacional.

Vinculación

Las empresas de este sector que fueron encuestadas manifestaron no tener un programa de vinculación con universidades o centros de investigación; el tipo de relaciones que prevalece es de carácter informal, permitiendo que estudiantes o personal de entrenamiento realicen visitas a sus plantas para observar de cerca los procesos de producción. Ninguna empresa recibe a investigadores o becarios como forma de allegarse conocimiento externo.

Como se ha mencionado, la principal cooperación tecnológica se da con el tecnólogo, en las empresas que cuentan con ello, principalmente pequeñas, las cuales recurren a la cooperación con centros de investigación principalmente en EU, con los cuales realizan mejoras a productos y certificaciones de calidad, acti-

¹¹ De acuerdo con INEGI, las formas a las que recurrían estas empresas para proveerse de tecnología en 1991 era en 59% de los casos la revisión de literatura, asesoría y asistencia a eventos especializados, la compra de maquinaria y equipo nuevo 27%, la fabricación o diseño de su maquinaria 4%, al igual que la compra de paquetes tecnológicos, 1% compraba maquinaria usada, y también 1% realizaba transferencia de paquetes tecnológicos de la empresa matriz. El 8% restante afirmaba proveerse de tecnología de otra forma, no saber o no realizar ninguna (INEGI, 1992).

vidades que muy poco realizan las micro y medianas con centros de investigación o universidades nacionales. Entre los centros de investigación que pueden brindar apoyo a la metalmecánica tenemos los enlistados en el cuadro 4.

En general, las empresas no reciben información o publicaciones de centros de investigación nacional; sin embargo, en las empresas medianas 70% sí recibe publicaciones de ASME.

Con las universidades se mantiene cierta cercanía, pues las empresas, como se ha mencionado previamente, permiten que alumnos realicen prácticas profesionales y las empresas pequeñas recurren esporádicamente a asesorías con el personal universitario. El motivo por el cual no colaboran más frecuentemente con las universidades es, según los propios empresarios, la falta de acercamiento de parte de la universidad y a la excesiva burocracia para trabajar, que provoca retrasos significativos en los trabajos.

En cambio, en términos de relaciones de colaboración, las empresas encuestadas recurren frecuentemente a la cooperación con otras empresas,

Cuadro 4. Centros de investigación capacitados para atender la metalmecánica

<i>Centro</i>	<i>Ubicación</i>
Centro de Diseño y Manufactura (CDM) de la UNAM	D.F.
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) de Conacyt	D.F.
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV)	D.F. y Saltillo
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del IPN	D.F.
Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro, A.C. (CIATEQ)	Querétaro y Aguascalientes
Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET)	Cuernavaca
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (ESIME-SEPI) IPN	D.F.
División Académica-Empresa (DAE) Facultad de Ingeniería, UNAM	D.F.
Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CHITEC) del IPN	D.F.
Centro para el Avance de la Tecnología (CAT-CETYS)	Mexicali

generalmente del mismo ramo bajo la forma de subcontratación, y las empresas que tienen acuerdo con un tecnólogo mantienen estrechas relaciones de cooperación con él. El principal motivo para cooperar es acceder a recursos tanto humanos como de infraestructura que de otra forma no estarían al alcance de las empresas. Otro motivo que expresaron en las empresas medianas para cooperar con otras empresas es afrontar procesos de innovación tecnológica (razón por la cual dependen del tecnólogo).

La forma de cooperación que utilizaron para internacionalizarse es, en el caso de las empresas medianas, la compra o venta de licencias, en tanto que en las micro y pequeñas las cooperativas de exportación, promovidas por programas gubernamentales o por medio de asociaciones industriales, lo cual refleja que las empresas de menor tamaño buscan básicamente colocar sus productos en el exterior y no acceder a innovaciones tecnológicas. Sin embargo, la principal barrera para internacionalizarse ha sido la falta de créditos a la exportación. Las micro y pequeñas empresas indican que la volatilidad de los tipos de cambio ha sido un freno para exportar, además de que las micro y medianas se han topado con un difícil acceso a compradores potenciales en el exterior.

En general, los motivos por los cuales las empresas son renuentes a cooperar se relacionan con su temor a que no exista un reparto equitativo de los beneficios y a que la otra parte se aproveche de sus recursos. Sin embargo, existen asociaciones industriales como Canacintra, Cámara de la Industria de Bienes de Capital, y la Cámara de la Industria Metálica de Guadalajara, además de diversos consejos estatales, donde acuden los empresarios para tener una representación conjunta frente a instancias de gobierno e influir en las políticas industriales y normas técnicas, además de organizarse para concursar colectivamente en torno a compras gubernamentales. En este aspecto se cuenta con un convenio firmado entre Pemex y las cámaras empresariales¹² con el objeto de establecer las bases de colaboración y apoyo mutuo para instrumentar acciones para

¹² Lo suscriben la Cámara de la Industria Metálica de Guadalajara, la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero, la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, la Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, Asociación Mexicana de Fabricantes de Válvulas y Conexos, y la Industria de Transformación de Monterrey, Nuevo León, entre otras.

impulsar y fortalecer la transparencia en la actuación, desarrollo y resultados de los procesos relacionados con la contratación de las adquisiciones, arrendamientos y prestación de servicios, para que éstos se realicen con estricto apego a la legalidad, integridad, equidad y en igualdad de circunstancias para los participantes, previniendo y combatiendo cualquier posible práctica de corrupción y realizando las acciones necesarias para lograr la máxima eficiencia y calidad.

Capacitación

El gasto en formación de personal es, en las PYMES, de alrededor de 1 a 2% de las ventas. En cambio, en las empresas micro se eroga de un 2 a un 3%. La capacitación se realiza en su totalidad con recursos propios, por lo que la escasez de dinero es el principal obstáculo para llevar a cabo la formación que requiere el personal, aunque las empresas medianas manifestaron como otro motivo para no capacitar la dificultad para medir su rentabilidad, (véase cuadro 5).

En general, el objetivo que buscan las empresas encuestadas con la capacitación es proporcionar habilidades concretas o corregir carencias que contribuyan a mejorar el rendimiento o desempeño en busca de un resultado inmediato. Son en realidad pocas las empresas del ramo (20% de las encuestadas) que capacitan a sus empleados para que adquieran habilidades que la empresa va a necesitar a mediano o largo plazo. Las actividades de formación son realizadas por el socio tecnológico (en caso de tenerlo). En las empresas medianas la formación la realizan empresas certificadoras internacionales y la propia empresa. En las micro y pequeñas empresas, es la propia empresa la que da la capacitación, asesores contratados y, en tercera instancia, los proveedores. Los temas que se consideran más importantes son calidad y aspectos técnicos, temas en los que las empresas manifiestan haber dado capacitación en los últimos cinco años (al igual que en idiomas). También se considera importante la formación en rubros como innovación tecnológica, informática y comercio exterior, pero no han realizado capacitación en dichas áreas.

Cuadro 5. Porcentaje de empleados según grado de formación por tamaño de empresa

<i>Nivel</i>	<i>Mediana (%)</i>	<i>Pequeña (%)</i>	<i>Micro (%)</i>
Posgrado	2	1.50	4.50
Ingenieros y licenciados	10	16	28
Técnicos y bachilleres	39	32.50	18
Primarios	49	50	49.50

Flujos financieros

Los principales problemas financieros a los que se enfrentan las empresas de esta rama industrial son las dificultades para conseguir crédito, a lo cual las PYMES añaden como problemático el elevado costo de los recursos financieros.

Las empresas medianas manifiestan la falta de crédito para la I+D,¹³ mientras que, por su parte, las pequeñas reconocen tener una deficiente gestión financiera en la compañía.

La principal fuente de financiamiento de este sector es el cliente, pues las empresas encuestadas operan bajo el esquema de pagos programados. Es decir, cuando se contrata un trabajo se definen generalmente tres pagos: uno al inicio, con el cual se hace la compra de los materiales; un segundo pago cuando se va a la mitad del trabajo y el tercero al final, lo cual permite al empresario financiar sus operaciones. Otra forma usual de financiamiento es el crédito que le brindan los proveedores de materias primas, quienes en numerosas ocasiones cobran por los insumos una vez que al empresario le liquidan el segundo pago. En el caso de las empresas que son filiales de algún grupo extranjero, suelen recibir del tecnólogo financiamiento para proyectos importantes con tasas competitivas. El uso de crédito comercial es reservado para las empresas medianas; en cambio, las micro y pequeñas recurren a los préstamos personales de familiares y amigos para realizar sus operaciones.

¹³ I+D= investigación y desarrollo.

En cuanto a la posible oferta de recursos para proyectos tecnológicos, con la finalidad de impulsar la ciencia y la tecnología en el país, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) ha creado dos tipos de fondos a los que pueden tener acceso las empresas: los *fondos sectoriales* son fideicomisos que el gobierno federal, las dependencias y entidades de la administración pública federal conjuntamente con el Conacyt constituyen para destinar recursos a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en las distintas ramas productivas. Es notable que, a pesar de que existe ya un Fondo Sectorial de Energía, no tiene integrado a Pemex, por lo que no se han definido demandas tecnológicas específicas de esta empresa ni se ha generado la base de recursos para proyectos. Los *fondos mixtos* son un instrumento para el desarrollo científico y tecnológico regional, estatal y municipal, que permiten la confluencia de recursos tanto de los gobiernos estatales y municipales como del Conacyt, creados con el propósito de coadyuvar al desarrollo integral de las entidades federativas mediante acciones científicas y tecnológicas, fomentar el desarrollo y la consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas de los estados, así como promover la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas.

A pesar de la existencia de estos fondos, los empresarios encuestados afirman que la principal dificultad para obtener financiamiento es la falta de programas efectivos que atiendan las necesidades del sector,¹⁴ las altas tasas de interés y, sobre todo, el requisito usual de hipotecar sus activos (por los esquemas de garantías exigidos por entidades financieras), requerimiento que no están dispuestos a aceptar debido a la amarga experiencia de que en las crisis económicas que México ha vivido, las tasas de interés se incrementaron de forma exponencial haciendo impagables las deudas, lo que originó que los créditos hipotecarios se hicieran efectivos y empresarios perdieran su patrimonio.

De igual manera, en cuanto a la utilización de crédito de programas gubernamentales, 80% de las empresas encuestadas no lo ha solicitado, debido al exceso

¹⁴ Llama la atención que, a pesar de que el esquema de fondos sectoriales tiene ya cerca de tres años, no se ha creado uno relacionado con Petróleos Mexicanos, lo cual se debe principalmente a que no se ha culminado exitosamente la negociación que permita la definición de un programa de investigación al que se canalicen recursos del gobierno federal y de la propia empresa.

de trámites que tienen que realizar y a las condiciones financieras excesivamente onerosas que se manejan. Es por esto que para la compra de equipo y capital de trabajo los empresarios recurren a recursos propios, derivados de la reinversión de utilidades.

Otro incentivo a la I+D para las empresas se establece en el artículo 219 de la Ley del impuesto sobre la renta, que indica:

Se otorga un estímulo fiscal a los contribuyentes del impuesto sobre la renta por los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que realicen en el ejercicio, consistente en aplicar un crédito fiscal equivalente a 30% de los gastos e inversiones realizados en el ejercicio en investigación o desarrollo de tecnología, contra el impuesto sobre la renta causado en el ejercicio en que se determine dicho crédito. Cuando dicho crédito sea mayor al impuesto sobre la renta causado en el ejercicio en el que se aplique dicho estímulo, los contribuyentes podrán aplicar la diferencia que resulte contra el impuesto causado en los diez ejercicios siguientes hasta agotarla.¹⁵

Las empresas no han hecho uso de este estímulo.

Estructura de la demanda

Pemex concentra la demanda nacional de equipos de refinación de petróleo, por lo que conocer cómo opera el mecanismo de adquisición en esta empresa paraestatal nos permite ilustrar las condiciones que determinan el mercado de estos equipos (tanques, calderas, reactores). El modelo de adquisición de dichos equipos está reglamentado por la Ley de adquisiciones, arrendamiento y servicios del sector público, que determina los límites a la entrada al mercado de Pemex-Refinación y, como consecuencia, la subsistencia de empresas metalmecánicas proveedoras.

¹⁵ El monto total del estímulo por distribuir entre los aspirantes del beneficio no excederá de 500 millones de pesos para el año de 2003, según el artículo 17 de la Ley de ingresos de la federación para el ejercicio fiscal de 2003.

Las modalidades de contratación se establecen en el Artículo 26 de dicha ley y son: *licitación pública*, invitación a cuando menos tres personas, o *adjudicación*.

Actualmente las licitaciones públicas pueden ser¹⁶ *nacionales*: cuando únicamente puedan participar personas de nacionalidad mexicana y los bienes por adquirir sean producidos en el país y cuenten por lo menos con 50% de contenido nacional, mismo que será determinado tomando en cuenta el costo de producción del bien, lo cual significa todos los costos menos la promoción de ventas, comercialización, regalías y embarque, así como los costos financieros, e *internacionales*: cuando puedan participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjera y los bienes por adquirir sean de origen nacional o extranjero.

Solamente se deberán llevar a cabo licitaciones internacionales en los siguientes casos: *a)* Cuando resulte obligatorio conforme a lo establecido en los tratados; *b)* Cuando, previa investigación de mercado que realice la dependencia o entidad convocante, no exista oferta de proveedores nacionales respecto a bienes o servicios en cantidad o calidad requeridas, o sea conveniente en términos de precio; *c)* Cuando habiéndose realizado una licitación de carácter nacional, no se presente alguna propuesta o ninguna cumpla con los requisitos a que se refiere la fracción I de este artículo; y *d)* Cuando así se estipule para las contrataciones financiadas con créditos externos otorgados al gobierno federal o con su aval.

El artículo 41 marca excepciones a las licitaciones en caso de que las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los procedimientos de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa, cuando el contrato sólo pueda celebrarse con una determinada persona por tratarse de obras de arte, titularidad de patentes, derechos de autor u otros derechos exclusivos. Esta es una de las principales barreras a las que se enfrentan los productores nacionales debido a que realizan poca I+D,

¹⁶ Artículo 28 de la Ley de adquisiciones, arrendamiento y servicios del sector público.

Cuadro 6. Normas de Pemex

<i>Norma</i>	<i>Título</i>	<i>Vigencia</i>
NRF-017PEMEX-2001	Protección catódica en tanques de almacenamiento	09/06/2001
NRF-025-PEMEX-2002	Aislamientos térmicos para baja temperatura	17/11/2002
NFR-034-PEMEX-2003	Aislamientos térmicos para altas temperaturas en equipos, recipientes y tuberías superficiales	24/06/2003

frente a las grandes empresas internacionales que presentan a Pemex diseños novedosos patentados, lo cual les permite ganar los proyectos vía adjudicación directa.

Otro factor por considerar es que Pemex emite sus propias normas aplicables a los productos que adquiere, entre ellas las elistadas en el cuadro 6.¹⁷

Además de esto, la demanda de equipos de refinación está determinada por la inversión pública en la materia, por lo cual la situación presupuestal y la planeación para la adquisición de tanques, calderas y reactores de refinación de petróleo amplían o contraen la demanda.

Conclusiones

La estrategia tecnológica de las empresas de esta rama es reactiva y dependiente principalmente del cliente, en particular Pemex, quien dicta las características de la tecnología en tanques, calderas y reactores, además de especificar normas de calidad a las cuales se deben sujetar estos equipos. Por ello podemos afirmar que el poder de negociación de las empresas mexicanas frente al cliente

¹⁷ Básicamente se refieren a especificaciones para evitar la corrosión de las estructuras metálicas.

es relativamente bajo, lo que se traduce en que las empresas mexicanas pertenecientes a esta rama no determinen la tecnología de equipo por utilizar en los procesos de refinación de petróleo.

El principal freno para innovar en esta industria, de acuerdo con los empresarios encuestados, es la escasez de recursos financieros, a lo cual las empresas micro y pequeñas agregan deficiencias tecnológicas de la empresa en cuanto a personal calificado e infraestructura. La implementación de programas de apoyo a la I+D que no tengan como requisito hipotecar los activos de las empresas que lo utilicen y la simplificación de los trámites para obtenerlos serían importantes estímulos para innovar.

De hecho, nuestra encuesta confirma los resultados de INEGI, cuya encuesta de 1991 ya revelaba que las empresas productoras de tanques metálicos y calderas industriales destinan a la investigación y desarrollo un porcentaje mínimo de sus ingresos (0.1%) siendo las empresas grandes las que realizaban un esfuerzo mayor con 0.7% en 1991 (INEGI, 1992). Este fenómeno es común en los sectores industriales que trabajan con tecnologías maduras, como es el caso de la industria metalmecánica, lo que sin embargo les impide realizar innovaciones importantes de producto.

Todo lo anterior demuestra que las innovaciones tecnológicas en esta industria están siendo determinadas y generadas fuera de la empresa, por lo que la realización de innovaciones ocurre cuando la empresa reacciona a la petición del cliente o a requisitos en cuanto a especificaciones, mediante la compra de maquinaria y equipo, que en la mayoría de los casos determina innovaciones de proceso y es útil en la innovación de producto.

Las relaciones con otras instituciones tecnológicas y con las encargadas de ofrecer recursos económicos para proyectos son escasas y de carácter informal, lo cual lleva a cuestionar seriamente la existencia de un sistema de innovación. De hecho, los vínculos tecnológicos que esta industria privilegia se concentran en la cadena proveedor-cliente.

Es por esto último que se debe promover la consolidación de la relación proveedor-usuario entre los fabricantes de equipos de refinación de petróleo y Pemex, mediante el constante intercambio de información tecnológica sobre los requerimientos futuros y la orientación tecnológica de los equipos de forma oportuna para fomentar la innovación tecnológica de la industria nacional. Es

necesario un mayor vínculo entre las empresas para concursar unidas en las licitaciones que lanza Pemex, para lo cual deberían servir de plataforma las asociaciones industriales, de tal forma que promovieran la integración de los productores en torno a las especificaciones de las plantas que solicita Pemex, recurriendo eventualmente al apoyo de las instituciones tecnológicas y los fondos gubernamentales para actividades de investigación.

Bibliografía

- Cimoli, M. (1999), "Developing Innovation Systems Mexico" *in a Global Context*, editado por Cimoli, M. y De la Mothe, J., Ed. Continnum.
- Conacyt (2003), *Reglas generales para la aplicación del Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología y Creación y Funcionamiento del Comité Interinstitucional*, http://www.conacyt.mx/dat/estimulo_fiscal/reglas_2003.doc
- _____ (2003), "Programa de Apoyo para la Creación de Nuevos Negocios a partir de Desarrollos Científicos y Tecnológicos" (Avance), <http://www.conacyt.mx/dat/avance/index.html>
- _____ (2003), Fondos Conacyt, <http://www.conacyt.mx/fondos/index.html>
- Corona, J., G. Dutrénit, C. Hernández (1994), "La interacción productor-usuario: una síntesis del debate actual", *Comercio exterior*, agosto.
- Dutrénit, G. (1994), "Sistema Nacional de Innovación", *Comercio exterior*, Bancomext.
- _____ y M. Capdeville (1993), "El perfil tecnológico de la industria mexicana y su dinámica innovadora en la década de los ochenta", *El Trimestre Económico*, núm. 239.
- INEGI, STPS, OIT (1992), *Encuesta Nacional de Empleo, Salarios, Tecnología y Capacitación en el sector manufacturero*, México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Pavitt, K. (1984), "Sectorial Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and Theory", *Research Policy*, núm. 13.
- Unger, K. (1999), "La organización industrial, productividad y estrategias empresariales en México", Documento de Trabajo E-162, CIDE.

Competitividad y sistemas de innovación en México

*José Luis Solleiro e Ismael Núñez**

Si se toman en cuenta los principales enfoques para evaluar la competitividad que se han presentado en este trabajo, salta a la vista un común denominador que permite concluir que, sin importar desde qué perspectiva se estudie, el desempeño competitivo depende de la formación de capital intelectual y de la capacidad de innovar que tenga la sociedad. De hecho, actualmente ha ganado aceptación internacional el concepto de la economía impulsada por el conocimiento, en la cual la generación y explotación de conocimiento pasa a jugar el papel principal en la creación de riqueza. No se trata, según este concepto, de simplemente superar las fronteras del conocimiento humano, sino de llegar al uso efectivo de todo tipo de conocimiento para todo tipo de actividad económica (Department of Trade and Industry, 2000). Por ello, los países buscan definir una estrategia competitiva centrada en el conocimiento para encarar el desafío de definir políticas públicas que faciliten la ampliación de la base de ese conocimiento y los medios para transformarlo en riqueza para todos los ciudadanos.

Esta estrategia competitiva basada en el conocimiento debe fomentar un proceso colectivo de innovación que involucre a múltiples actores. Se reconoce ampliamente que la empresa es el actor decisivo, pero también que el proceso

* Investigador titular del CCADET, UNAM y técnico académico titular en el Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, respectivamente.

requiere la existencia de condiciones macroeconómicas adecuadas para la creación de un conjunto de externalidades favorables y especificidad regional, acorde con necesidades y condiciones socioeconómicas específicas.

Debido a que la complejidad y los costos y riesgos asociados a la innovación están creciendo, también se incrementan el valor y la importancia del establecimiento de redes y la colaboración interinstitucional para reducir el posible daño moral y los costos de transacción que llevan las empresas innovadoras (OECD,

Cuadro 1. Instrumentos de política pública para sustentar el Sistema Nacional de Innovación

Mecanismos de promoción de flujos financieros para investigación y desarrollo e inversión.

Ambiente legal y regulatorio que incluya leyes, reglamentos y normas en materias como:

- Propiedad intelectual
- Normalización
- Programas sectoriales o regionales específicos que normen decisiones de los actores del sistema

Políticas estatales de adquisición de productos y servicios innovadores.

Mecanismos económicos y de inducción para el fomento de flujos de conocimiento e información científica y tecnológica.

Promoción de vinculaciones organizacionales para la generación de innovaciones y la producción y distribución de bienes y servicios innovadores.

- Subcontratación
- Alianzas
- Coinversiones
- Consorcios

Flujo de personal.

Programas de largo plazo que garanticen la estabilidad de las configuraciones institucionales.

Instrumentos de evaluación de desempeño basados en indicadores objetivos, para facilitar el seguimiento y control de programas.

1999). Esto ha generado un incentivo para encontrar nuevas formas de cooperación tecnológica, involucrando relaciones bi y multidireccionales encaminadas a compartir conocimientos y colaborar en investigación y desarrollo, capacitación, manufactura, gestión de información y mercadotecnia. Estas nuevas asociaciones tecnológicas entre instituciones diversas definen vínculos de conocimiento que dan a las empresas la posibilidad de acceder a las capacidades y pericia de otras organizaciones con el fin de innovar (Solleiro, 2002).

La creciente necesidad de construir y reforzar estas redes ha llevado a la adopción de un enfoque sistémico para el análisis y diseño de políticas de innovación. Surge entonces el concepto de *sistemas nacionales de innovación*, los cuales se definen como

el conjunto de distintas instituciones que, individual y conjuntamente, contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías y que, al mismo tiempo, provee el marco dentro del cual los gobiernos crean e instrumentan políticas orientadas a influenciar el proceso de innovación. Como tal, se trata de un sistema de instituciones interrelacionadas para crear, almacenar y transferir el conocimiento, habilidades y artefactos que definen a las nuevas tecnologías (Metcalfe, 1995).

Asumir el concepto de *Sistema nacional de innovación* como un modelo de análisis conduce a asumir que las políticas públicas para la promoción de innovaciones tienen que cambiar drásticamente en cuanto a su naturaleza y composición. Ahora los gobiernos, junto con sus tradicionales funciones de apoyar la educación, la capacitación y la investigación científica y tecnológica, adoptan el papel de gestores con el fin de ayudar a los elementos del sistema a superar los obstáculos que bloquean su articulación y adecuado funcionamiento, utilizando instrumentos efectivos, como los que se ilustran en el cuadro 1.

La competitividad de México y su sistema de innovación

En el Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006, el gobierno mexicano reconoce que la competitividad es el factor por el que las empresas mexicanas, en especial las de menor tamaño, podrán incrementar sus capacidades y convertirse en pilares del ingreso y empleo en el país. Sin embargo, la posición competitiva de

Cuadro 2. Posición de México en competitividad

<i>Año</i>	<i>Posición</i>
1997	40
1998	34
1999	35
2000	33
2001	36
2002	41
2004	56
2005	56

Fuente: *World Competitiveness Yearbook*, 2001 y 2002.

México, de acuerdo con el *World Competitiveness Yearbook*, es baja para el tamaño relativo de su economía y registra niveles cada vez peores en los últimos años, en especial si se considera el dinamismo de su sector exportador y el tamaño de su economía (véase cuadro 2).

En gran medida, de acuerdo con el diagnóstico del Programa Nacional de Desarrollo Empresarial (Secretaría de Economía, 2001), esto se debe a que el país no ha sido capaz de consolidar su potencial económico, ya sea a través de

Cuadro 3. Criterios de competitividad en México

<i>Año</i>	<i>Desempeño económico</i>	<i>Eficiencia gubernamental</i>	<i>Eficiencia de las empresas</i>	<i>Infraestructura</i>
1997	32	37	37	38
1998	23	31	39	39
1999	27	33	35	41
2000	34	29	33	35
2001	36	27	38	42

Fuente: *World Competitiveness Yearbook*, 2001.

un sector público eficiente, empresas e infraestructura competitiva. Esto se constata con los criterios utilizados para calificar a los países (véase cuadro 3).

La estabilidad del entorno macroeconómico en los últimos años no ha sido suficiente para que las empresas se desarrollen en forma competitiva, dinámica y sostenida en el tiempo, pues hay factores adicionales que no han recibido suficiente atención para la conformación de un entorno propicio para el adecuado desempeño de las empresas; entre estos factores, los que de manera más recurrente son señalados por el sector empresarial son los siguientes (Secretaría de Economía, 2001):

- *Elevados costos asociados a la normatividad y la sobrerregulación.* Los empresarios se enfrentan a un exceso de trámites y gestiones para abrir y operar un negocio, lo cual en muchas ocasiones representa una limitante para el crecimiento de la actividad productiva, pues esta situación desincentiva el cumplimiento de las obligaciones tributarias, promueve la evasión fiscal y la informalidad de los negocios. Como ejemplo, en México se requiere cumplir con 15 trámites (federales, estatales y municipales), cubrir un costo aproximado de 24 mil pesos y esperar 112 días para abrir un negocio. De 75 países seleccionados, México se ubica en el lugar 67 en cuanto a mayor número de trámites por realizar para abrir un negocio, y en el lugar 66 en cuanto al tiempo requerido para iniciar operaciones (COFEMER, 2001).
- *Escasa formación y desarrollo de habilidades empresariales.* En México, la cultura empresarial no se ha desarrollado a su máximo potencial. En muchas ocasiones las empresas, en particular las micro y pequeñas, inician como negocios de subsistencia sin mayor conocimiento de los conceptos básicos de administración de negocios. Además, aun las empresas de mayor tamaño en algunos casos no están conscientes de los beneficios que se pueden obtener mediante la adquisición de habilidades empresariales a través de diferentes instrumentos, entre los cuales podemos incluir consultoría empresarial y cooperación con instituciones académicas y centros de investigación, entre otras.
- *Limitaciones en la capacitación y desarrollo de los recursos humanos.* La capacitación gerencial y laboral de los recursos humanos de las empresas constituye

una de las bases del incremento de la productividad en las mismas. Sin embargo, muchas veces este instrumento de apoyo no recibe la atención adecuada por parte de las empresas. De hecho, en un estudio realizado se hizo evidente que la gestión de recursos humanos es una de las dimensiones peor atendidas por las empresas (Solleiro *et al.*, 1997).

- *Escasos sistemas de información, desconocimiento del mercado y problemas de comercialización.* Si las empresas no cuentan con información y orientación oportuna, esto repercute sobre su capacidad de gestión y penetración de mercados, al no tener una visión completa del entorno en el que operan y la competencia a la que se enfrentan y, por tanto, reduce las probabilidades de que éstas sobrevivan en el mercado, disminuyendo sus márgenes de ganancia y limitando sus capacidades de crecimiento. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Micronegocios del INEGI, los principales problemas para el funcionamiento de las microempresas tienen que ver con el desconocimiento del mercado, según se ilustra en el cuadro 4.
- *Falta de vinculación con los instrumentos para el desarrollo y la innovación tecnológica.* De acuerdo con el análisis realizado para la elaboración del Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006, las empresas pueden clasificarse en cuatro niveles de competitividad, con base en características

Cuadro 4. Principales problemas para el funcionamiento de las empresas, 1998 (porcentaje del total)

<i>Principales problemas</i>	<i>Porcentaje del total</i>
Desconocimiento del mercado	39.1
Competencia	25.5
Rentabilidad	17.3
Retraso en el pago de los clientes	4.2
Financiamiento	3.8
Falta de maquinaria y equipo	1.7
Otros	8.3

Fuente: INEGI, Encuesta Nacional de Micronegocios, 1998.

que reflejan sus capacidades administrativas, operativas y tecnológicas. Esta clasificación expone también el tipo de prácticas predominantes, que parten de un nivel elemental (nivel emergente) y se desplazan hacia mejores prácticas hasta llegar a los estándares de excelencia internacional (nivel de clase mundial). Según la información sintetizada en el cuadro 5, la ausencia de una política adecuada de fomento a la innovación tecnológica y a la inclusión de tecnología de primer nivel en las empresas del país se ve reflejada en una planta productiva vulnerable. Según Conacyt (2001) en el año 2000, del total de empresas mexicanas, 99% tenía un nivel de competitividad emergente, 3 377 contaban con sistemas de calidad ISO 9000, y menos de 300 realizaban algún tipo de investigación y desarrollo.¹ Durante este sexenio, los instrumentos privilegiados han sido los fondos sectoriales, los mixtos y los estímulos fiscales, que a pesar de haber elevado un poco su monto, al funcionar bajo criterios de apoyo a las últimas fases de la innovación, han dejado al universo empresarial del país casi en las mismas condiciones que cuando inició esta administración (Del Valle *et al.*, 2005).

Un indicador de la actividad innovadora reconocido internacionalmente lo constituyen las patentes. En este rubro, las cifras son bastante preocupantes, puesto que el número de patentes solicitadas por nacionales en México fue a la baja durante toda la década de los noventa, pasando de 661 en 1990 a 431 en 2000, lo cual contrasta totalmente con el ascenso en las solicitudes de extranjeros, las cuales pasaron de 4 mil 400 en 1990 a 12 mil 630 en 2000. Así, la relación de dependencia para México pasó de 6.7 en 1990 a 29.3 en 2000. Aún más preocupante es el coeficiente de inventiva, que pasó de 0.08 en 1990 a 0.04 en 2000 (Conacyt, 2002 y 2004), lo cual significa simple y llanamente que la inventiva de los mexicanos se redujo a la mitad en la década del libre comercio. Para 2001,

¹ La definición de los niveles de competitividad empresarial se presenta a continuación. *Emergente*: habilidad para sobrevivir por medio de la improvisación en operación. *Confiable*: nivel de calidad repetible en las áreas principales de la empresa. *Competente*: áreas y personal especializado en el desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios. *Clase mundial*: control total del ciclo de desarrollo de nuevos productos, gestión tecnológica y prospectiva (Conacyt, 2001).

nacionales solicitaron 534 patentes, de las cuales 325 provenían de inventores independientes, 183 de empresas grandes y 24 de centros de investigación, lo cual refuerza la conclusión de que los resultados innovadores de las empresas siguen siendo muy pobres y poco compatibles con los retos de una economía de las dimensiones de la mexicana. Tal situación permanece, pues para 2002 y 2003 las patentes solicitadas por nacionales disminuyeron, registrándose 526 y 468, respectivamente, de un total de 13 mil 062 y 12 mil 207 (Conacyt, 2004).

- *Difícil acceso a esquemas de financiamiento oportuno, adecuado y en condiciones competitivas.* Las empresas mexicanas, en su gran mayoría, no tienen acceso a créditos adecuados en tasa y forma para satisfacer sus necesidades de financiamiento. El papel de la banca comercial apenas rebasa el 20% de la composición del financiamiento empresarial, y más de la tercera parte de las empresas, de acuerdo con una encuesta aplicada por el Banco

Cuadro 5. Niveles de competitividad de las empresas

<i>Característica</i>	<i>Empresa</i>			
	<i>Emergente</i>	<i>Confiable</i>	<i>Componente</i>	<i>Clase mundial</i>
Prioridad	Supervivencia	Diferenciación	Innovación	Liderazgo
Mejores prácticas	Sistemas gerenciales y administrativos	Mejora continua y benchmarking	Desarrollo de nuevos productos	Obsolescencia de productos acelerada
Cobertura de mercado	Local	Nacional	Región internacional	Global
Nivel de su administración	Operación	Calidad o exportación	Calidad y exportación	Gestión tecnológica
Capacidad tecnológica	Imitación	Adopción y/o mejora	Desarrollo	Licenciamiento
Actitud al cambio	Reacciona	Se adapta	Promueve	Origina

Fuente: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006.

de México, consideran que las altas tasas de interés son el mayor problema para solicitar un crédito. La escasez de financiamiento por parte de la banca comercial ocasiona que la principal fuente de financiamiento de las empresas sean sus proveedores, lo que a su vez limita la capitalización de las empresas (véase el cuadro 6).

Cuadro 6. Participación de las fuentes de financiamiento de las MPyMEs, 2000-2001

<i>Concepto</i>	<i>2000</i>				<i>2001</i>		
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
<i>Fuente de financiamiento empresarial</i>							
Proveedores	48.0	49.7	50.3	53.8	55.3	55.3	53.2
Banca comercial	24.3	23.7	22.7	22.4	22.0	21.0	20.4
Bancos extranjeros	7.8	6.3	6.3	4.9	5.5	5.6	5.2
Otras empresas del corporativo	13.0	12.7	13.8	12.7	10.8	13.1	13.8
Banca de desarrollo	1.7	2.8	2.6	1.9	1.5	2.2	2.5
Oficina matriz	3.8	3.1	3.0	2.7	3.4	3.3	3.0
Otros pasivos	1.4	1.7	1.3	1.6	1.5	1.5	1.9
<i>Razón de la falta de crédito bancario</i>							
Altas tasas de interés	33.3	34.8	35.5	36.8	36.0	30.9	26.3
Problemas de demanda	3.8	3.2	3.5	3.1	5.2	6.2	4.8
Negativa de la banca	19.3	18.7	19.9	18.0	14.6	14.1	17.7
Incertidumbre sobre situación económica	15.3	17.1	13.5	15.7	16.9	19.1	19.9
Problemas de reestructuración financiera	9.0	8.8	10.1	8.6	10.1	8.3	9.4
Rechazo de solicitudes	5.7	4.7	6.0	7.5	3.8	7.6	9.7
Cartera vencida	5.9	6.5	6.2	4.7	5.6	3.9	3.5
Problemas para competir en el mercado	4.8	4.7	3.9	4.7	4.7	4.8	4.8
Otros	2.9	1.5	1.4	0.9	3.1	5.1	3.9

Fuente: Banco de México, Encuesta de coyuntura del mercado crediticio.

**Cuadro 7. Competitividad financiera de México
(posición respecto a 60 economías)**

<i>Concepto</i>	<i>Posición competitiva</i>
Capital de riesgo	50
Salud bancaria	57
Regulación y supervisión financiera	54
Diferencia de tasas de interés	54
Acceso al crédito el año anterior	52
Acceso al financiamiento externo	50
Sofisticación de los mercados financieros	34

Fuente: *World Economic Forum*, 2000.

En términos internacionales, el sistema financiero presenta problemas en aspectos como capital de riesgo y diferencial en tasas de interés. Estos factores colocan a la actividad financiera del país en los últimos lugares de los comparativos internacionales (cuadro 7).

La competitividad tecnológica. Ubicación de México

El crecimiento exportador mexicano en manufacturas, en industrias maduras de bajo contenido tecnológico no ha significado competitividad. Significa aumento cuantitativo de flujos comerciales, pero que no garantizan ni la permanencia ni la mejora sostenible del país en el comercio mundial.

Como es bien sabido, las diferencias internacionales se pueden explicar en gran medida por las asimetrías en la capacidad tecnológica. Por tanto, la cantidad de capacidades y aprendizaje tecnológico acumulado en una industria o en un país es lo que le otorga mayores o menores oportunidades de situarse en el comercio mundial. La capacidad de un país para producir y difundir conocimiento tecnológico es ahora un componente esencial de las economías. Ha quedado ya muy atrás aquella frase de Unamuno, en 1906, que se hizo popular en la Península Ibérica: "Que inventen ellos".

Si bien el reforzamiento de las capacidades tecnológicas es responsabilidad de la empresa, ha quedado suficientemente demostrado por la literatura y por la propia experiencia que las políticas públicas deben ayudar y propiciarlas. Una de las primeras formas en las que deben hacerlo es consiguiendo que el Estado procure dos prerequisites esenciales para lograr un buen comportamiento productivo y tecnológico en el largo plazo: la sana estabilidad macroeconómica y el funcionamiento adecuado de la esfera financiera. A nadie escapa que en el caso de México estos dos prerequisites no se cumplen.

México muestra indicadores que dan cuenta de la baja competitividad tecnológica del país. El propio PECYT (Conacyt, 2001) reconoce que

...países cuyas características fueron similares a las de México hace 30 años, exhiben hoy indicadores de desarrollo marcadamente superiores. Así, en el periodo 1970-2000 el ingreso per cápita, medido en dólares corrientes, creció en México 3.8 veces; en Brasil, 6.3; en España, 7.4 y en Corea, 25.3 veces. En el mismo periodo la inversión en ciencia y tecnología, como porcentaje del PIB, se multiplicó en México por 2; en Brasil, por 4.5; en España, por 5 y en Corea, por 9.

A todo lo anterior se debe añadir el bajo nivel de participación del sector privado mexicano en el gasto en de investigación y desarrollo, especialmente si éste se compara con el correspondiente a otros países cuya posición de desempeño económico fue semejante algunos años atrás. Así, mientras que el porcentaje de la inversión nacional en ciencia y tecnología del sector privado en México es de 24%, en Brasil es de 40%, en España de 50% y en Corea de 73%. Resulta muy representativo que en Estados Unidos, como potencia económica e industrial líder en el mundo, la dimensión de participación privada en el gasto de investigación y desarrollo alcance la cifra de 66% (Conacyt, 2001). Esto resulta muy preocupante porque, siendo la empresa el agente principal de los cambios tecnológicos y la innovación, estos datos suponen la ausencia de una cultura del cambio tecnológico. Obviamente refleja también una ausencia de señales e incentivos en el entorno económico e institucional que hagan a la inversión en tecnología una inversión rentable.

Como se puede observar, la ubicación de México en el escenario de la competitividad tecnológica internacional dista mucho de ser cercana a países desarrollados,

de desarrollo intermedio y aun de los llamados de nueva industrialización. Esta condición muestra falta de correspondencia entre el crecimiento exportador y la preparación de una estructura tecnológica dinámica y competitiva.

Además, como lo hemos demostrado con los estudios de los sistemas de innovación a nivel de rama manufacturera, México cuenta apenas con capacidades de innovación altamente dispersas y heterogéneas. Aun cuando se cuenta con un pequeño número de empresas exportadoras, la mayoría de ellas controladas por firmas extranjeras, altamente calificadas, solamente algunas de ellas realizan actividades modestas de I+D. El modelo dominante es la adquisición de tecnologías del exterior por resultar de procesos más sencillos de incorporación de innovaciones, pero que reducen drásticamente la posibilidad de articulación interinstitucional para el refuerzo de sistemas de innovación. Peor aún es el caso de otras empresas que no solamente recurren a la adquisición de tecnologías externas, sino que prefieren el suministro de partes e insumos del exterior, quebrando las cadenas de agregación de valor y el incentivo para las de suministro local.

A pesar de que se observa en el largo plazo un incremento en el comercio mundial y una mayor participación de productos con más contenido tecnológico, esto no significa para el mundo en desarrollo una globalización de conocimientos y capacidades tecnológicas. *México, por tanto, no debe asumir equivocadamente que la globalización económica también es una globalización tecnológica.* Por el contrario, debe asumir la existencia de una internacionalización tecnológica, pero geográficamente limitada y sectorialmente diferenciada. No es conveniente sobredimensionar la colaboración tecnológica en grupos de productos de alta tecnología, al punto de pensar que pasivamente podemos atraer *joint ventures* tecnológicas mediante las cuales podemos avanzar hacia sitios de liderazgo en el mediano plazo. Por el contrario, las características que asume la globalización tecnológica indican más la existencia de un aumento del comercio de productos con más tecnología que una internacionalización del conocimiento. Estas coordenadas son las que enmarcan el posible establecimiento de una política de comercio tecnológicamente dinámica, competitiva y estratégica que posibilite al país una mejor inserción en el comercio mundial actual y futuro. La formación de capacidades a nivel local, el fortalecimiento y sofisticación del mercado interno, y la articulación entre instituciones nacionales constituyen la plataforma

indispensable para mejorar la competitividad de la industria en el contexto global.

Es claro que aunque existen empresas que solas pueden destacar en el concierto mundial, son las capacidades productivas y tecnológicas del país, asociadas a la existencia de un mercado interno fuerte lo que determina la competencia de una industria.² Los encadenamientos internos siguen teniendo una importancia crucial; así lo constató un trabajo que comparó el crecimiento de la productividad en seis países, en cinco industrias. Los resultados demostraron que las correlaciones son más fuertes entre industrias del mismo país que entre países en la misma industria. Esto quiere decir que los mercados de insumos internos, asociados a las cadenas productivas internas, tienen una importancia significativa y que si bien “la organización de la industria tiende a ser tecnológicamente específica ...el impacto de la innovación está fuertemente influenciada por el ambiente económico nacional” (Costello, 1993). Podemos decir, por tanto, que los encadenamientos tecnológico-productivos dentro del país son otro de los retos por enfrentar para insertarse mejor en el comercio mundial. El mercado interno y encadenamientos tecnológicos-productivos domésticos (enfaticamos que no sólo productivos) son “preparadores” en primer término de las capacidades tecnológicas de las empresas.

Con el fin de apoyar una inserción sustentable de México en el comercio mundial es necesario incorporar lo más rápidamente posible en cualquier estrategia que se siga el impulso al dinamismo del mercado interno. El mercado interno es el mayor y principal destino de la producción de las mayores empresas del mundo; también se ha demostrado que una demanda sofisticada incentiva la innovación en las empresas, haciendo que aumenten las capacidades tecnológicas del país; también vimos que el consumo interno de nuevas tecnologías aumenta el atractivo tecnológico de las empresas y del país. Apoyar al mercado interno y conseguir la sofisticación de la demanda interna es característico de los países desarrollados.

² Un estudio comparativo sobre el comportamiento de la industria de metales y alambres para electricidad entre Inglaterra y la India muestra cómo insuficiencias del mercado interno y los problemáticos encadenamientos industriales y comerciales hindúes dificultan la expansión y la especialización de su industria (Athreye, 1996).

Hay que ser claros: *la globalización tecnológica no significa una anulación de lo nacional*. Esto ya indica la necesidad de desarrollar capacidades tecnológicas propias y lo confirma el patrón de rentabilización de tecnología que muestran los países desarrollados. México tiene la oportunidad de aprovechar en primera instancia el tamaño de sus mercados internos para la rentabilización de sus tecnologías, por lo que debería moverse estratégicamente hacia ese patrón. Eso significa que simultáneamente debemos sofisticar el mercado interno (tanto de consumo intermedio como de consumo final) y a la vez incrementar nuestras capacidades nacionales de asimilación y de innovación tecnológica. Para mantener un seguimiento de las posibilidades de innovación, las políticas públicas deben considerar como necesario el permanente monitoreo tecnológico y comercial por industria específica, así como el seguimiento de las tecnologías genéricas nuevas.

Las políticas que apoyen el comercio exterior deben tener en cuenta que si bien en términos de producción y de comercialización de bienes la inversión extranjera puede, en ocasiones, sustituir al comercio, y si bien los acuerdos entre empresas pueden sustituir al comercio o a la industria nacional, en términos tecnológicos eso ocurre con particularidades diferentes. Ni la inversión extranjera en actividades de I+D ni los acuerdos tecnológicos llegarán al país si la acumulación de capacidades tecnológicas es débil y si el mercado interno es poco sofisticado. Visto de otro modo, si no se sofisticaba tecnológicamente el mercado interno ni la producción interna como un todo, las probabilidades de participar en el comercio con bienes de mayor contenido tecnológico serán menores.

El Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006 (PECYT) no adopta el concepto de *sistema nacional de innovación* y más da lugar a un concepto tradicional de *sistema de ciencia y tecnología*. Esto no es una simple diferencia de nombre, sino que refleja la intención del gobierno mexicano de seguir privilegiando un sistema de apoyo a la oferta de conocimientos científicos y tecnológicos sin encarar prioritariamente el desarrollo de mecanismos efectivos para su difusión. De hecho, el concepto de *sistema nacional de innovación* que se expresa en el PECYT es sumamente extraño: “Es común utilizar también la denominación de innovación al gasto adicional a la IDE (investigación y desarrollo experimental) que se realiza en actividades científicas y tecnológicas, las cuales no son o no

califican como IDE, pero que son fundamentales para mejorar la competitividad de las empresas. Al conjunto de estas actividades (IDE + innovación) se le denomina sistema nacional de innovación” (Conacyt, 2001:34). Como puede observarse, la idea no se refiere a una estructura institucional coherente, sino a una eventual sucesión de actividades que tienen su base en la I+D. Esto no fue más que el reflejo del apego de los diseñadores del PECYT al modelo lineal de la innovación que asume que lo prioritario es reforzar las capacidades de investigación pues, existiendo una oferta abundante de conocimientos científicos y tecnológicos, las aplicaciones serán desarrolladas por las empresas gracias a su vinculación con los centros generadores (Solleiro, 2002). Esta visión se centra en la apuesta por los resultados de las investigaciones que se generan en el marco de una estructura pequeña y con recursos escasos.

De las estadísticas mostradas, los estudios de casos de ramas manufactureras específicas publicados en este libro y el análisis de los documentos de la Secretaría de Economía y de Conacyt, *es claro que la competitividad de la industria mexicana es aún baja y que el entorno competitivo no es suficientemente favorable*. Por ello resulta urgente la realización de un esfuerzo nacional para mejorar la gestión de la innovación como condición de soberanía, de construcción del futuro del país, de la competitividad de sus empresas y del bienestar de su sociedad. Por ello se requiere adoptar una política de ciencia, tecnología e innovación que incluya al menos los siguientes elementos:

- Ampliar de forma sustentada las inversiones para ciencia, tecnología e innovación, incentivando agresivamente la participación del sector privado. Actualmente se ha logrado que la meta de inversión de 1% del PIB en investigación se haya elevado al rango de ley, pero nadie cree que dicha meta pueda cumplirse si no hay una multiplicación sustantiva de la inversión privada, la cual solamente puede darse si existen instrumentos de política más efectivos, con clara orientación a objetivos tecnológicos sectoriales y con un componente de apoyo económico sustantivamente mayor a los actuales, y si la aplicación de estos instrumentos se hace de manera eficiente y expedita.

- Romper con la concepción lineal del sistema de innovación que prevalece en el aparato institucional del país, dado que constituye un obstáculo a la formación de redes y articulaciones interinstitucionales para favorecer el flujo y la adopción de tecnologías en el sector productivo, a efectos de reforzar su competitividad sectorial, de acuerdo con lo expuesto en la sección respectiva de este trabajo.
- Expandir y modernizar el sistema de formación de recursos humanos para la ciencia, tecnología e innovación.
- Modernizar y consolidar instituciones, regulaciones y programas de gestión de la ciencia, tecnología e innovación, y los mecanismos para su articulación con otras áreas de la economía.
- Intensificar la cooperación internacional, a través de mecanismos comerciales y no comerciales.
- Incorporar la agenda de ciencia, tecnología e innovación en las relaciones de México con América del Norte.
- Promover alianzas entre gobiernos y organizaciones empresariales para generar tecnologías.
- Promover una red de proveedores de servicios técnicos de apoyo a la innovación con especialización sectorial.
- Identificar mecanismos de fomento específicos orientados a disminuir las disparidades regionales en el país. México debe aprender a tomar ventaja de su diversidad y adoptar enfoques de política que conduzcan a capitalizar la riqueza de sus diferentes localidades (Ruiz, 1997) y, al mismo tiempo, responder a una composición completamente heterogénea en cuanto a dotación de factores, capital humano, contexto socioeconómico y entorno para la competitividad (Reinoso, 1995). De no planearse una intervención en el nivel regional, la probabilidad de que se acentúe la disparidad económica y social entre los diferentes estados que componen a la nación es muy alta, y sus consecuencias serían muy graves.

Bibliografía

- Athreye, S.S. (1996), "Underdevelopment of markets: a barrier to technological efficiency?", STEEP discussion paper, núm. 36, SPRU, Sussex.
- Banco de México (2002), *Encuesta de Coyuntura del Mercado Crediticio*.
- COFEMER (2001), *Programa de Mejora Regulatoria 2001-2006*, México, Comisión Federal de Mejora Regulatoria.
- Conacyt (2001), *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006*, México, Conacyt.
- _____ (2002), *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología 2002. México*, México, Conacyt.
- _____ (2004), *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología 2004. México*, México, Conacyt.
- Costello, D. (1993), "A cross country, cross industry comparison of productivity growth", *Journal of Political Economy*, vol. 101, núm. 2, pp. 207-222.
- Del Valle, M. del C. *et al.* (2005), "La política de ciencia y tecnología para el sector productivo: entorno institucional y resultados", *Memorias del XXI Seminario de Economía Mexicana*, México, Instituto de Investigaciones Económicas.
- Department of Trade and Industry (2000), "Our competitive future: Building the Knowledge Driven Economy. White paper on competitiveness", Londres, Secretary of State for Trade and Industry, www.dti.gov.uk/comp/competitive
- INEGI (1988), *Encuesta Nacional de Micronegocios*, México.
- Metcalfe, S. (1995), "The economic foundations of technology policy: equilibrium and evolutionary perspectives", en P. Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, Londres, Blackwell, pp. 409-512.
- OECD (1999), *Managing National Innovation Systems*, París, Organization for Economic Cooperation and Development.
- Reinoso, E. (1995), *La competitividad de los estados mexicanos*, México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

- Ruiz, C. (1997), “Lo territorial como estrategia de cambio”, en E. Dussel, M. Piore y C. Ruíz, *Pensar globalmente y actuar regionalmente*, México, UNAM, Fundación Friederich Ebert, Jus, pp. 433-463.
- Secretaría de Economía (2001), *Programa Nacional de Desarrollo Empresarial 2001-2006*, México, Secretaría de Economía.
- Solleiro, *et al.* (1997), *Una aproximación de política tecnológica para las pequeñas y medianas empresas frente a la apertura comercial*, México, UNAM-ANIERM-AMTEC.
- Solleiro, J.L. (2002), “El Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006 (PECYT) y el Sistema Nacional de Innovación”, *Aportes VII*, 20, 41-53.
- World Competitiveness* 2005.
- <http://www01.imd.ch/documents/wcc/content/overallgraph.pdf>
- World Economic Forum 2000.
- World Economic Forum (2004), *Ranking 2004. Global Competitiveness Report, 2004-2005*. <http://www.weforum.org/site/homepublic.nsf>

*El Sistema nacional de innovación
y la competitividad del sector
manufacturero en México*

se terminó de imprimir en julio de 2006.

Tiraje: mil ejemplares.

A pesar de que desde hace casi 40 años se han desarrollado políticas explícitas de ciencia y tecnología e instituciones para instrumentarlas, persisten serios problemas para que la adopción de innovaciones por las empresas responda a esas políticas, lo cual, lejos de corresponder a un modelo sistémico, lleva a la desarticulación. En esta situación, la aparición de ventajas competitivas basadas en tecnología es un hecho aislado que se da generalmente en el nivel de empresas individuales lo cual provoca que los encadenamientos tecnológicos en el espacio nacional sean más bien excepcionales. Es claro que la competitividad de la industria mexicana es aún baja y que el entorno no es suficientemente favorable. Por ello, es urgente realizar un esfuerzo nacional para mejorar la gestión de la innovación como condición de soberanía, de construcción del futuro del país, de la competitividad de sus empresas y del bienestar de su sociedad.

En esta obra se hace una contribución al análisis de sistemas sectoriales de innovación, a partir del concepto de sistemas de innovación y el estudio de casos de ramas manufactureras específicas. El trabajo constituye un esfuerzo por participar en la discusión con especialistas y estudiosos de la generación de riqueza en la actividad productiva en México y por analizar las interrelaciones de los diversos actores sociales de la innovación, tales como las empresas, los centros generadores de conocimientos y el Estado. Asimismo, se aspira a que el análisis sirva a la labor de los diseñadores de la política de apoyo a la innovación tecnológica.

Ciencia/tecnología

